

Análisis de riesgo climático

en las regiones de Loreto,
San Martín y Ucayali



Eduardo Rojas Báez



DERECHO
AMBIENTE Y
RECURSOS
NATURALES

Análisis de riesgo climático en las regiones de Loreto, San Martín y Ucayali.

AUTOR:

Eduardo Rojas Báez

EDITADO POR:

Derecho, Ambiente y Recursos Naturales (DAR)

Dirección: Cl. Cartagena N° 130, Pueblo Libre, Lima - Perú

Correo electrónico: dar@dar.org.pe

Página web: www.dar.org.pe

DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN:

Nautica Media Design SAC.

Dirección: Cl. Las Malvas N° 163 Ofic. N° 401 Salamanca, Ate, Lima – Perú

Teléfono: 511-6921503

Correo electrónico: info@nauticamedia.com

Página web: www.nauticamedia.com

FOTO DE PORTADA:

Rolando Mondragón / DAR

DAR CITA SUGERIDA

Análisis de riesgo climático en las regiones de Loreto, San Martín y Ucayali. Lima: DAR, 2022. 49 pp.

Primera aparición de versión digital: Diciembre, 2022

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2022-13293.

ISBN N° 978-612-49182-0-9

Está permitida la reproducción parcial o total de esta publicación, su tratamiento informático, su transmisión por cualquier forma o medio, sea electrónico, mecánico, por fotocopia u otros, con la necesaria indicación de la fuente.

La presente publicación ha sido elaborada con la asistencia de Rainforest Foundation Norway y Open Society Foundations. El contenido de la misma es responsabilidad exclusiva de Derecho, Ambiente y Recursos Naturales y en ningún caso debe considerarse que refleja los puntos de vista de Rainforest Foundation Norway y Open Society Foundations.

Hecho en Perú.

Análisis de riesgo climático

en las regiones de Loreto,
San Martín y Ucayali

Eduardo Rojas Báez



DERECHO
AMBIENTE Y
RECURSOS
NATURALES

Tabla de contenido

Glosario	5
Introducción	6
Presentación	7
1. Antecedentes	8
2. Objetivo del servicio	8
3. Descripción del área de estudio	9
4. Flujo de procesos	10
5. Fase 1 - Recopilación de la información climática histórica	11
5.1. Caracterización climática	11
5.2. Datos de precipitación	12
5.3. Datos de temperatura	13
4. Fase 2 - Escenarios climáticos futuros	14
5.1. Escenarios futuros de cambio climático	14
5.2. Proyecciones climáticas	15
3. Fase 3 - Resultados	17
5.1. Clima en la región Loreto	17
5.2. Clima en la región Ucayali	22
5.3. Clima en la región San Martín	27
5.4. Base de datos - escenarios cambio climático	31
5.5. Proyecciones climáticas	35
6. Conclusiones y recomendaciones	42
7. Referencias bibliográficas	43





Foto: Rolando Mondragón (DAR)

Glosario

DAR	Derecho, Ambiente y Recursos Naturales
DEM	Modelo de elevación digital
MINAM	Ministerio del Ambiente
MINEM	Ministerio de Energía y Minas
PISCO	Peruvian Interpolated data of the SENAMHI's Climatological and Hydrological Observations
SENAMHI	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú
SIG	Sistema de Información Geográfica
SRTM	Shuttle Radar Topography Mission

Introducción

Actualmente en el Perú se vienen incorporando medidas para reducir los gases de efecto invernadero - GEI con la finalidad de aportar a la mitigación del calentamiento global. Mientras el cambio climático sigue avanzando y es una de las mayores amenazas —no solo para la población sino para la totalidad de medios—, este influirá directamente en los sistemas sociales y económicos. Cabe recalcar que el Perú es uno de los países con mayor vulnerabilidad ante los efectos del cambio climático; por ello, es necesario entender cuáles son estas variaciones y así poder enfocarse en los procesos de su mitigación o adaptación, que permita seguir con el desarrollo socioeconómico de la población.

Desde Derecho, Ambiente y Recursos Naturales - DAR se ha desarrollado el análisis de riesgo climático y variabilidad climática ante los escenarios de cambio climático en las regiones de Loreto, San Martín y Ucayali para el periodo 2021-2040. El cual pretende cartografiar la localización de las variaciones en las temperaturas máximas, mínimas y precipitación en las tres regiones. Con ello, identificar en el espacio las zonas con mayor exposición climática y sensibilidad al cambio climático como parte de una planificación territorial a mediano plazo.

Por consiguiente, los resultados de este estudio pretenden brindar información a escala regional que pueda ser usada como parte de una gobernanza inclusiva y transparente para un desarrollo sostenible de la infraestructura en la Amazonía Peruana con un enfoque de intervención temprana el cual permita mejorar la formulación, planificación y que la ejecución futura de proyectos de infraestructura sea ambiental y socialmente sostenible. Además, pretende contribuir con información técnica científica para identificar prioridades regionales.



Presentación

Este documento describe los insumos usados y el proceso metodológico para determinar el riesgo climático y variabilidad climática ante los escenarios de cambio climático en las regiones de Loreto, San Martín y Ucayali. Como primera fase del proceso metodológico, se realizó una recopilación de las variables climáticas de libre acceso y de fuentes oficiales como la precipitación, temperatura máxima y temperatura mínima. Por ello, se utilizó los datos del producto PISCO v2.1 (“Peruvian Interpolate data of the SENAMHI’s Climatological and hydrological Observations”, por sus siglas en inglés) en su versión mensual, el cual combina datos observados de las estaciones climatológicas y datos de sensoramiento remoto.

En la segunda fase, se recopiló información espacial de los escenarios climáticos futuros versión 2.1 de Worldclim para el periodo 2021 – 2040 el cual describe cuatro posibles escenarios futuros de cambio climático (SSP126, SSP245, SSP370 y SSP585) el cual proporciona información futura de las variables de precipitación, temperatura máxima y mínima. Cabe indicar que, cada escenario de cambio climático pone a disposición nueve modelos climáticos globales (GCM) elaborados por diferentes centros de investigación alrededor del mundo, por ello, este estudio utiliza la totalidad de modelos tratando de disminuir los posibles sesgos de información.

Como principales resultados del análisis espacial del riesgo climático y variabilidad climática ante los escenarios de cambio climático periodo 2021 - 2040 se puede decir que la región de Loreto tendrá un aumento entre 1.3°C a 1.7°C para sus temperaturas máximas, un incremento de hasta 1.5 °C para sus temperaturas mínimas y una disminución en su precipitación de 10 mm en promedio. Mientras que la región de Ucayali tendrá un aumento entre 1.3 °C a 1.8°C para sus temperaturas máximas, un incremento de hasta 1.53 °C para sus temperaturas mínimas y una disminución en su precipitación de 12 mm en promedio. Por último, la región de San Martín tendrá un aumento entre 1.2°C a 1.6°C para sus temperaturas máximas, un incremento de hasta 1.4°C para sus temperaturas mínimas y una disminución en su precipitación de 7 mm en promedio. Este proceso de modelamiento demostró solidez en la generación de escenarios espaciales de cambio climático, los mismos que pueden variar con la escala, extensión y/o modelos específicos.





1. Antecedentes

Derecho Ambiente y Recursos Naturales (DAR), es una asociación civil sin fines de lucro, que está comprometida en construir y fortalecer la gobernanza ambiental y promover el ejercicio de los derechos humanos. El trabajo y las acciones que ha realizado DAR se desarrollan en los ámbitos local, regional, nacional e internacional, y de esta manera contribuir al desarrollo del país.

DAR suscribió un acuerdo de cooperación con Rainforest Foundation Noruega (RFN) para la ejecución del proyecto “Gobernanza inclusiva y transparente para una infraestructura sostenible en la Amazonía Peruana”, el cual tiene como uno de sus resultados que se presenten recomendaciones sobre el manejo de los bosques tropicales basado en derechos y la protección de la integridad del ecosistema forestal a las principales autoridades nacionales y subnacional.

En ese sentido, resulta necesario realizar un análisis de riesgo climático y vulnerabilidad climática para las regiones de Loreto, San Martín y Ucayali, vinculado a la actividad 1.2 del proyecto.

2. Objetivo del servicio

Elaborar un informe de análisis de riesgo climático y variabilidad climática ante los escenarios de cambio climático en las regiones de Loreto, San Martín y Ucayali.

3. Descripción del área de estudio

Las regiones de Loreto, San Martín y Ucayali poseen una superficie acumulada de 52,908,890 ha el cual representa el 68% del bioma amazónico (MINAM, 2015b). Cabe indicar que el clima en las regiones de Perú son afectados por tres factores el primero por estar en la zona intertropical, segundo por las diferencias altitudinales y tercero por la corriente del Humboldt (Senamhi, 2016). De igual forma, la topografía es diferente para cada región, siendo San Martín la región que posee zonas más abruptas en el oeste límite con los Andes de Perú, y donde predomina la cobertura vegetal de Bosque de Montaña (MINAM, 2012), lo contrario ocurre en Loreto y Ucayali, donde se observa una ligera pendiente en toda su extensión (Rojas, 2017) las cuales son determinantes para sus características climáticas.

FIGURA 1. ÁREA DE ESTUDIO.

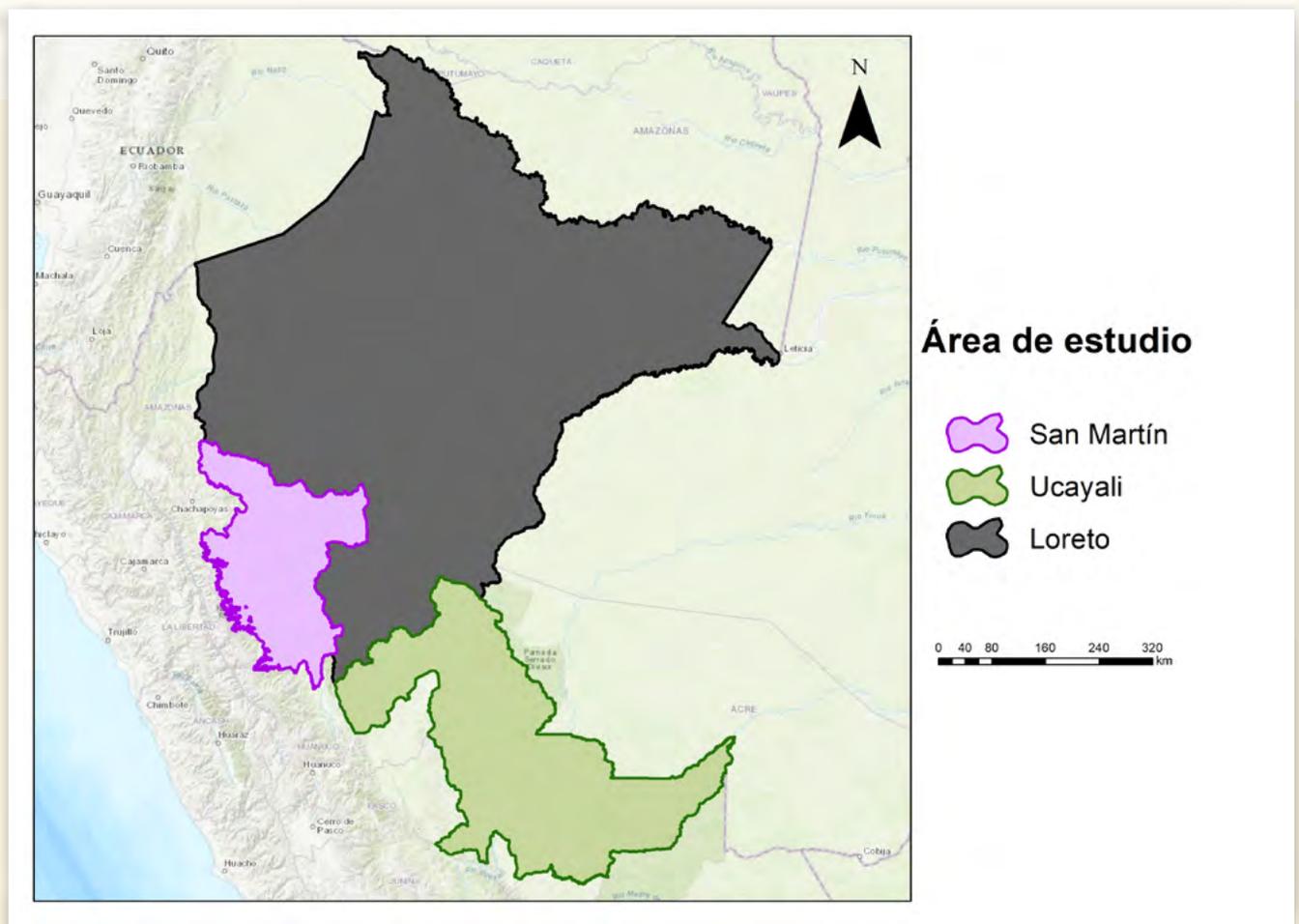




Foto: Rolando Mondragón (DAR)

4. Flujo de Procesos

De acuerdo con el objetivo general del estudio se recopiló información histórica espacial de las variables climáticas para la región de Loreto, San Martín y Ucayali, de igual forma se recopiló la base de datos sobre escenarios climáticos futuros periodo 2021 – 2040. Con estos datos, se elaboró el flujo de procesos (ver figura 2) en donde se describen las fases y el contenido de las mismas.

FIGURA 2. FLUJO DE PROCESOS PARA LA GENERACIÓN DE ESCENARIOS CLIMÁTICOS.



5. Fase 1 Recopilación de la información climática histórica

Para esta primera fase, se recopiló información espacial y estadística de las variables climáticas para cada región de forma independiente. Cabe destacar que, esta información es de acceso abierto y generada por el SENAMHI.

5.1.

Caracterización climática

Debido a que cada región presenta una extensión considerable dentro del ámbito amazónico, la medición de la precipitación mediante estaciones in situ posee grandes limitaciones en términos de cobertura geográfica y uniformidad temporal. Actualmente el uso de información satelital para la medición de las variables climáticas es una opción para lugares que carecen de información in situ. Cabe indicar que estos productos conllevan una gran variedad de beneficios, pero también reflejan diferencias significativas entre sí en características como la precisión de la estimación, la resolución temporal, el periodo de registro, la resolución y extensión espacial y la metodología empleada en la estimación de la información. Todas estas características determinan los límites dentro de los cuales los datos pueden ser usados: la precisión requerida está en función de la aplicación (Ebert, Janowiak, & Kidd, 2007)

En Perú, la distribución espacial de las estaciones de medición de precipitación es bastante inequitativa; y más aún en la amazonía peruana, por lo que se requiere evaluar el desempeño de las bases de datos en la representación de la precipitación, antes de usar la información, siendo crucial para realizar conclusiones adecuadas y suficientemente cautelosas (Ebert et al., 2007)

A pesar que existen datos de estaciones hidrometeorológicas proporcionados por la plataforma web del SENAMHI, estas no se encuentran funcionando en su totalidad y existen vacíos de ciertos periodos de tiempo en gran cantidad de estaciones. Los datos mundiales como Chirps y WorldClim2 poseen información desde 1981 hasta la actualidad, pero el uso de esta información no ha sido calibrado en su totalidad con información de estaciones del Perú.

Caso contrario ocurre con los datos de la base PISCO versión 2.1 (Peruvian Interpolated data of the SENAMHI's Climatological and hydrological Observations). Es una base de datos diaria y mensual la cual cuenta con una resolución de 0.1°, con un inicio de datos enero de 1981 hasta el octubre del 2021 para la precipitación y datos de enero de 1981 hasta diciembre 2016 para las temperaturas máximas y mínimas (versión 1.1). Cabe mencionar que estos datos fueron calibrados con 681 estaciones distribuidos en toda el Perú, otro factor importante para la utilización de estos datos es que la extensión de esta información comprende geográficamente todo el país, por lo que cumple con la estandarización, consistencia y comparabilidad de datos y espacios.

5.2.

Datos de precipitación

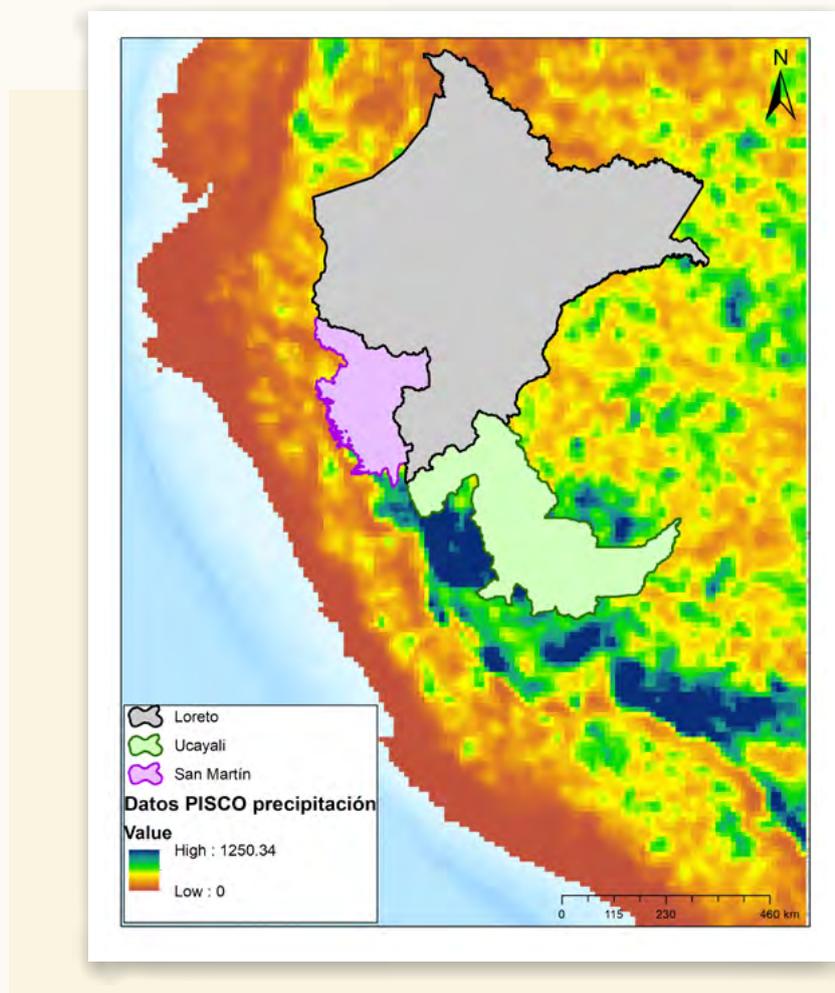
Para la determinación de los umbrales de precipitación se utilizó los datos basados en el producto PISCO v2.1¹ ("Peruvian Interpolate data of the SENAMHI's Climatological and hydrological Observations", por sus siglas en inglés) en su versión mensual, el cual combina datos observados de las estaciones climatológicas y datos de sensoramiento remoto.

PISCO brinda información de precipitación diaria y mensual usando para este estudio los datos mensuales. Una de las características a considerar es que PISCO fue elaborado bajo un control de calidad riguroso, además de completar los datos faltantes en ciertas zonas tanto para

las series diarias como las mensuales (C Aybar et al., 2017).

Para efectos de este estudio solo se utilizó la versión actualizada 2.1 la cual provee información para el periodo enero 1981 – octubre 2021. El algoritmo de fusión se basa en métodos de interpolación geoestadística y determinista que incluyen tres fuentes de lluvia diferentes: (i) el conjunto de datos de pluviómetros rellenos y con control de calidad nacional, (ii) climatológicas de precipitación fusionadas con indicadores de radar y (iii) Precipitación infrarroja del Grupo de Peligros Climáticos (CHIRP) estimaciones (Cesar Aybar et al., 2020)

FIGURA 3. DATOS DE PRECIPITACIÓN 1981 - 2021.



1. Descarga de datos precipitación <https://iridl.ldeo.columbia.edu/SOURCES/SENAMHI/HSR/PISCO/Prec/v2p1/>

5.3.

Datos de temperatura

Los datos de temperatura que se utilizaron en este estudio se basaron en la versión 1.1 de PISCO temperatura (PISCO-Temp-v1.1) al igual que los datos de precipitación, los valores de temperatura consisten en utilizar la información grillada de 0.1° que son un poco más de 10 km y están disponibles para un uso diario o mensual desde enero de 1981 hasta diciembre de 2016.

La información climática de temperatura de SENAMHI se basa en información observada de

las estaciones meteorológicas que ha pasado un control de calidad, complementación y homogeneización en combinación con el producto satelital de temperatura de suelo (MODIS-LST), entre otras (Huerta, Aybar, & Lavado-Casimiro, 2018). Dentro del portal del SENAMHI se aclara que la información sobre temperatura v1.1 es beta y aún se encuentra en fase de mejora; para este trabajo se utilizó los datos mínimos y máximos mensuales comprimidos en formato NetCDF.

FIGURA 4. DATOS DE TEMPERATURA MÁXIMA Y MÍNIMA 1981-2016.

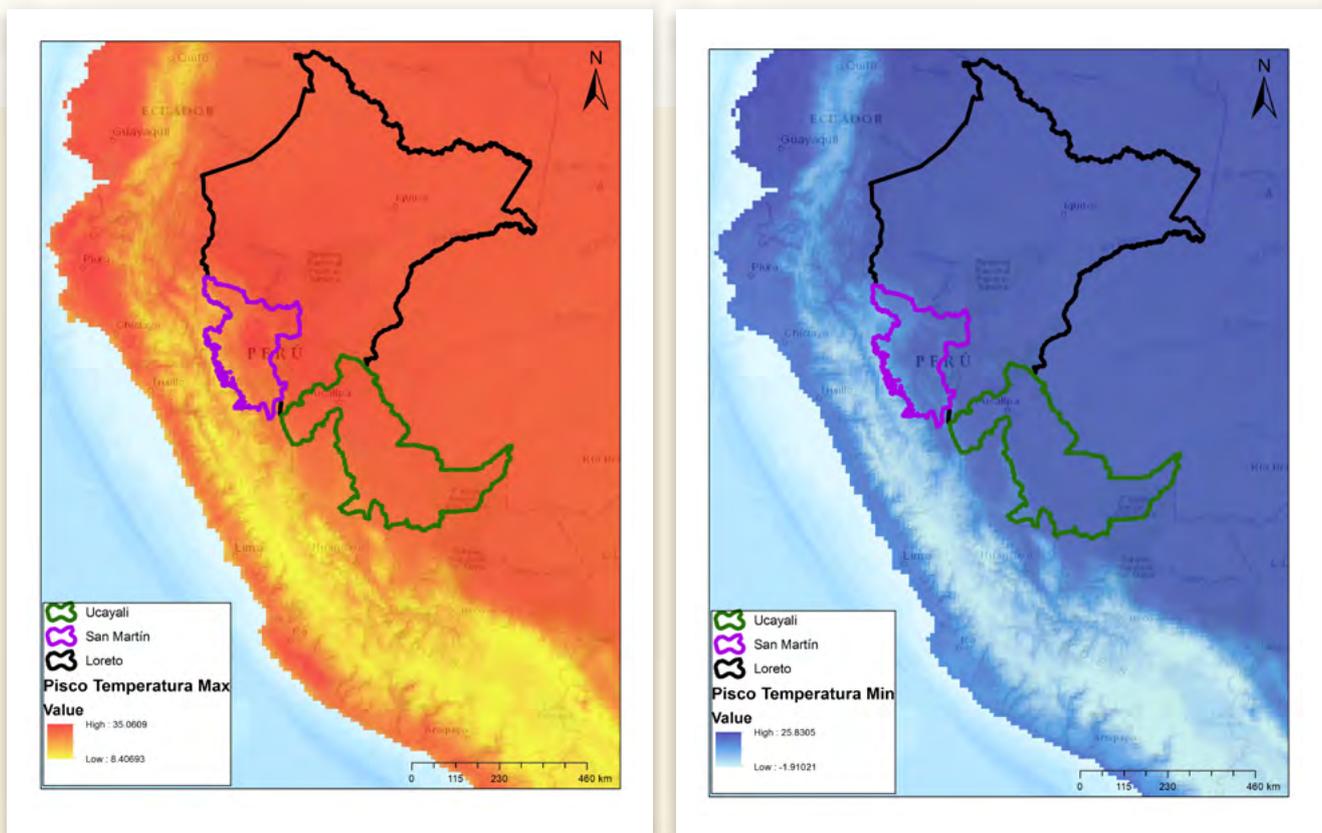




Foto: Rolando Mondragón (DAR)

6. Fase 2

6. Escenarios Climáticos futuros

6.1.

Escenarios futuros de cambio climático

Según Turnock (et al., 2020) señala que los escenarios futuros de cambio climático pueden variar de acuerdo a las condiciones y decisiones que se tomen en la actualidad. Por ello, este estudio considera la necesidad de utilizar varios supuestos. Estos supuestos se encuentran descritos y disponibles en el portal de Worldclim (Hijmans, Cameron, Parra, Jones, & Jarvis, 2005) el cual contiene tantos registros históricos y escenarios futuros. Específicamente para este análisis del riesgo y la vulnerabilidad, se utilizó los datos de WorldClim versión 2.²³, el cual proporciona información de temperaturas mínimas, máximas, datos de precipitación media, mensual y anual, todas estas a diferentes resoluciones espaciales (Fick & Hijmans, 2017).

La versión 2.1 de Worldclim describe cuatro posibles escenarios futuros de cambio climático para las variables de temperatura mínima, máxima y precipitación. Cada escenario de cambio climático pone a disposición nueve modelos climáticos globales (GCM) elaborados por diferentes centros de investigación alrededor del mundo. Tenemos cuatro posibles escenarios de cambio climático o también llamados las cuatro vías socioeconómicas compartidas (SSP): 126, 245, 370 y 585 periodos 2021 – 2040, 2041 – 2060, 2061 - 2080 y 2081 – 2100. Para mayor detalle ver la tabla 1.

TABLA 1: ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO

ESCENARIOS	TÍTULOS	NARRATIVA
SSP1 (ssp126)	Sostenibilidad: tomar el camino verde (desafíos bajos para la mitigación y la adaptación)	Un mundo de crecimiento e igualdad centrados en la sostenibilidad
SSP2 (ssp245)	Mitad del camino (desafíos medios para la mitigación y la adaptación)	Un mundo “en el medio del camino” donde las tendencias siguen en general sus patrones históricos
SSP4 (ssp370)	Desigualdad: un camino dividido (desafíos bajos para la mitigación, desafíos altos para la adaptación)	un mundo de desigualdad cada vez mayor
SSP5 (ssp585)	Desarrollo impulsado por combustibles fósiles: tomar la carretera (grandes desafíos para la mitigación, bajos desafíos para la adaptación)	Un mundo de crecimiento rápido y sin restricciones en la producción económica y el uso de energía

Fuente: Elaboración propia adaptado de <https://www.carbonbrief.org/cmip6-the-next-generation-of-climate-models-explained>

De acuerdo a la tabla 01, podemos observar cuatro periodos que van en función de supuestos y que están relacionados directamente a factores externos, tales como demografía, desarrollo socio-económico y cambio tecnológico a futuro. Hasta el momento no existe algún estudio que determine la menor incertidumbre de un modelo específico para el bioma Amazónico basado en los nuevos datos Worldclim v2.1. Por ello, este estudio utilizará la totalidad de modelos tratando de disminuir los posibles sesgos de información.

Caberecalcar que, un escenario de cambio climático es un resultado plausible que fue elaborado para explicar las consecuencias y las acciones potenciales de la influencia de las emisiones humanas de gases de efecto invernadero sobre el clima (Jones et al., 2004). Por consecuencia, el uso

de varios escenarios de cambio climático permite obtener mayores supuestos y permite minimizar las incertidumbres que conlleva un escenario específico, su estructuración y la variabilidad climática de las mismas (Lobell & Burke, 2010; Schlenker & Lobell, 2010). Las diferencias climáticas de cada escenario futuro pueden afectar la evolución normal y natural de la biodiversidad, con posible afectación a los hábitats e induciendo a las especies a adaptarse para sobrevivir y/o a la extinción de algunas especies con poca capacidad de adaptación. Las regiones de Loreto, San Martín y Ucayali poseen una riqueza biológica única en el mundo que se debe proteger y conservar debido a que estas pueden obtener beneficios económicos y ambientales para las futuras generaciones.

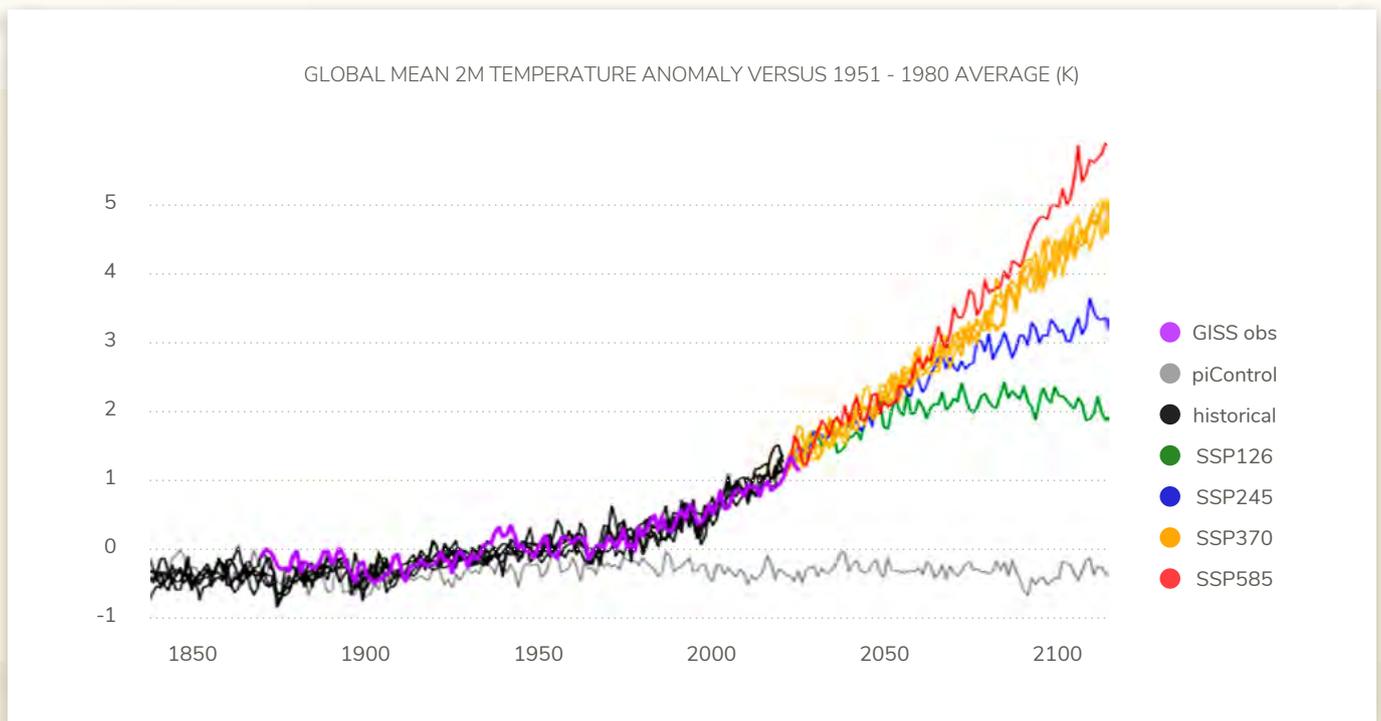
6.2.

Proyecciones climáticas

Para obtener los valores de las variables de precipitación, temperatura máxima y mínima futuras y hacer su comparación con las condiciones actuales, es necesario realizarlo por cada región de forma individual. Los productos PISCO solo permiten entender el perfil climático histórico para cada región. De acuerdo con el Panel Intergubernamental de Cambio Climático, los escenarios futuros de cambio climático están

con periodos de cada 20 años desde el 2021 hasta el 2100. Asimismo, hace mención que las zonas donde están húmedas en la actualidad en su mayoría se vuelven más húmedas mientras que las zonas que están secas, se vuelven mayormente más secas en el futuro por lo que estos datos presentan consistencia con simulaciones de modelos climáticos anteriores a esta última versión (Worldclim RCP).

FIGURA 5. PROYECCIÓN DE ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO HASTA EL 2100.



La mayoría de escenarios globales simulan amplias características de clima y pueden mostrar los cambios de gran escala observados en el pasado reciente, de manera que puede ser usado con alguna confianza para dar proyecciones de la respuesta del clima a la actual y futura actividad humana. Los componentes principales de los modelos globales son: atmósfera, océano, suelo y hielo de mar, los cuales han sido gradualmente integrados y acoplados. Escenarios climáticos basados en la salida de los SSP son la mayor fuente de información actual y de confianza para

las investigaciones climáticas. Cada variable de salida de un SSP se ejecuta en un determinado escenario de emisiones, en una resolución espacial de 3 a 5 grados.

Para efectos de este estudio, solo se ha considerado el periodo 2021 – 2040 y las variables de temperatura máxima, mínima y precipitación. Cabe recalcar que, los escenarios de cambio climático se usarán para determinar los lugares donde habrá mayores cambios sobre las variables climáticas.



Foto: Rolando Mondragón (DAR)

7. Fase 3 Resultados

7.1.

Clima en la región Loreto

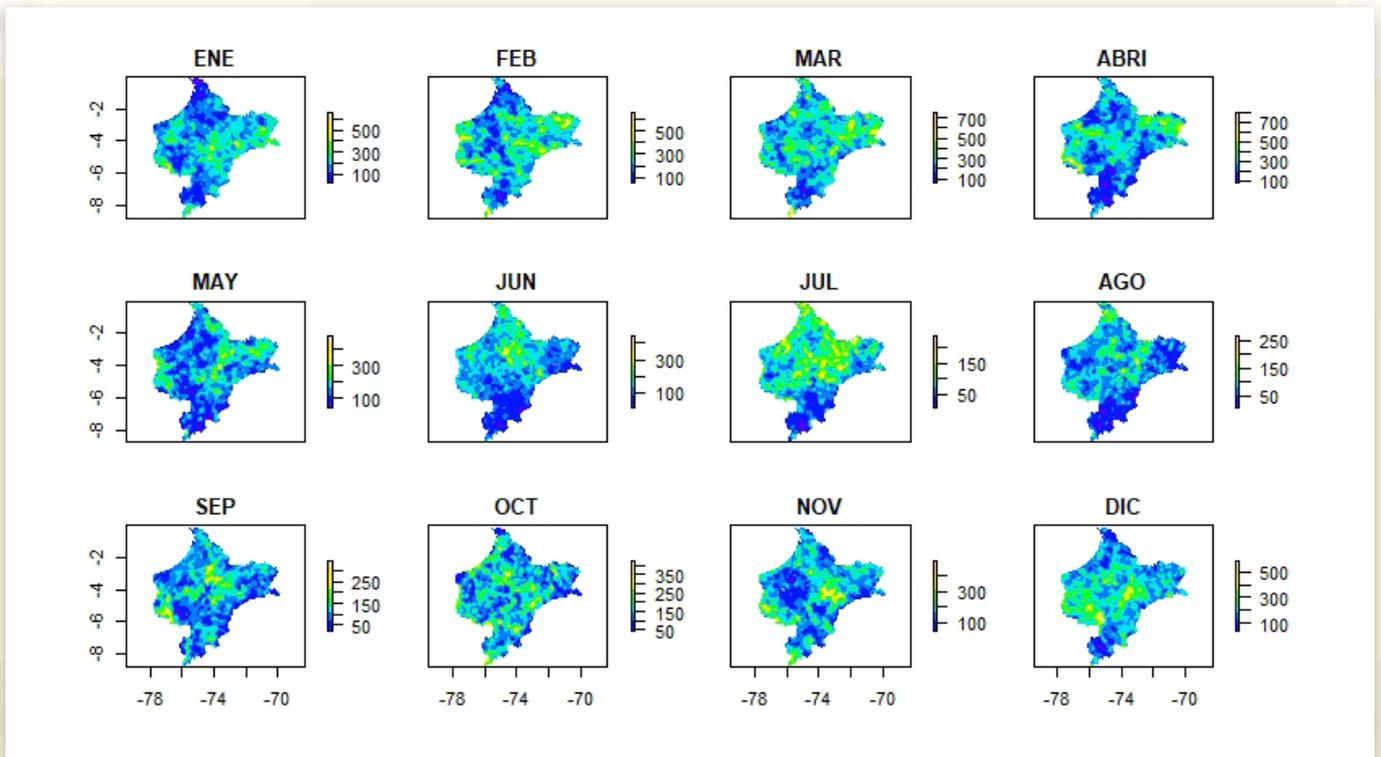
En base a estos datos grillados de temperaturas máximas, mínimas y de precipitación proporcionados por el SENAMHI a través de su producto específico PISCO, se puede afirmar que la región Loreto posee un clima cálido y lluvioso durante todo el año. La temperatura media anual máxima es de 31.5° C, la media anual mínima de 21.9° C, mientras que la temperatura promedio anual es de 26.7° C. Por otro lado, la

precipitación promedio multianual es de 176 mm; la época lluviosa comprende los meses de diciembre a mayo, siendo marzo el mes de mayor precipitación pluvial con 292 mm en promedio; y el mes de menor precipitación es agosto con 73 mm. Las épocas de decreciente ocurren entre los meses de julio y setiembre, mientras las de creciente entre febrero y abril.

Precipitación Media en Loreto

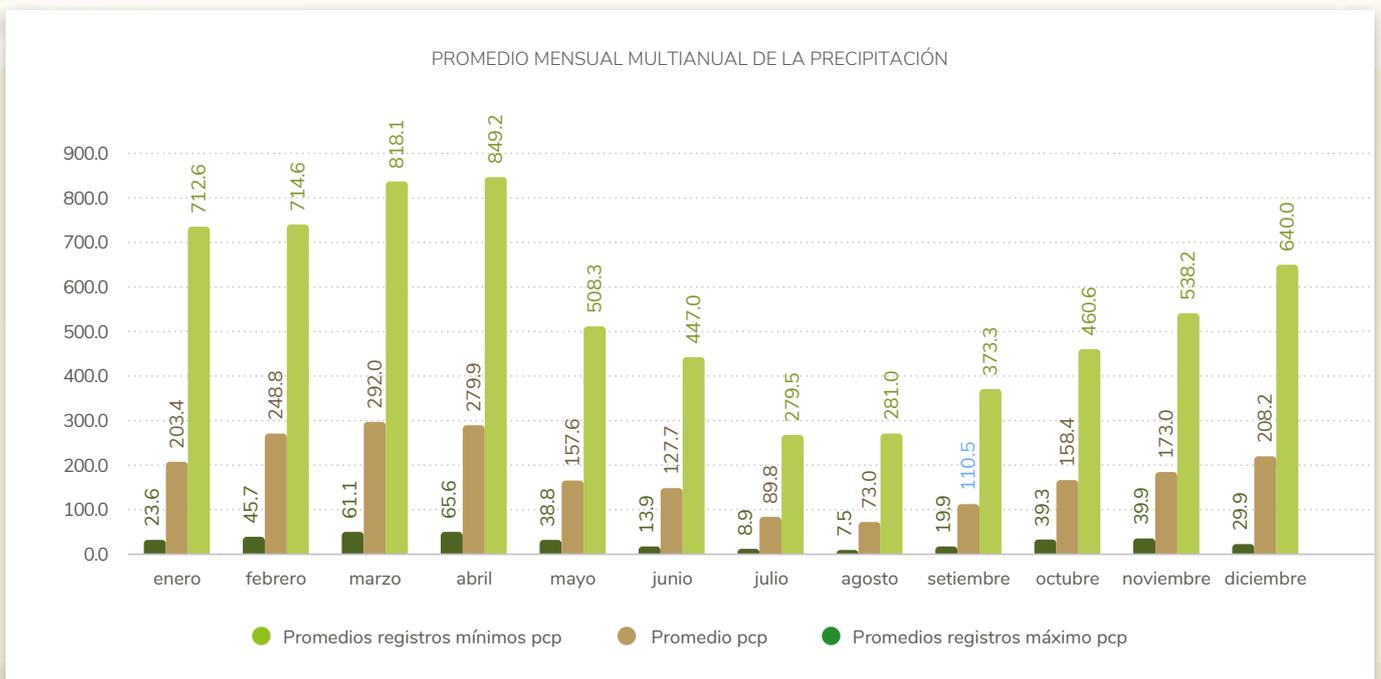
Para determinar la precipitación media multianual para toda la región Loreto, se utilizó de base la información de precipitación proporcionada por el SENAMHI a través del estudio PISCO versión 2.1. En la figura 6, se puede observar que la precipitación media es irregular en todos los meses del periodo enero 1981 – diciembre 2016.

FIGURA 6. REPRESENTACIÓN ESPACIAL MULTIANUAL MENSUAL DE LOS DATOS DE PISCO-PRECIPITACIÓN PARA LA REGIÓN LORETO.



Cabe señalar también que, la representación espacial de la precipitación no es uniforme en cada mes, esto puede ser ocasionado por las zonas climáticas que existen en la región, además de los distintos tipos de coberturas vegetales que interactúan en el clima local. Asimismo, Loreto está dividida por grandes cuencas hidrográficas el cual puede generar cursos de agua y climas individuales sin considerar la extensión considerable de cada región.

FIGURA 7. REPRESENTACIÓN GRÁFICA MULTIANUAL DE LOS DATOS DE PISCO-PRECIPITACIÓN PARA LA REGIÓN LORETO.

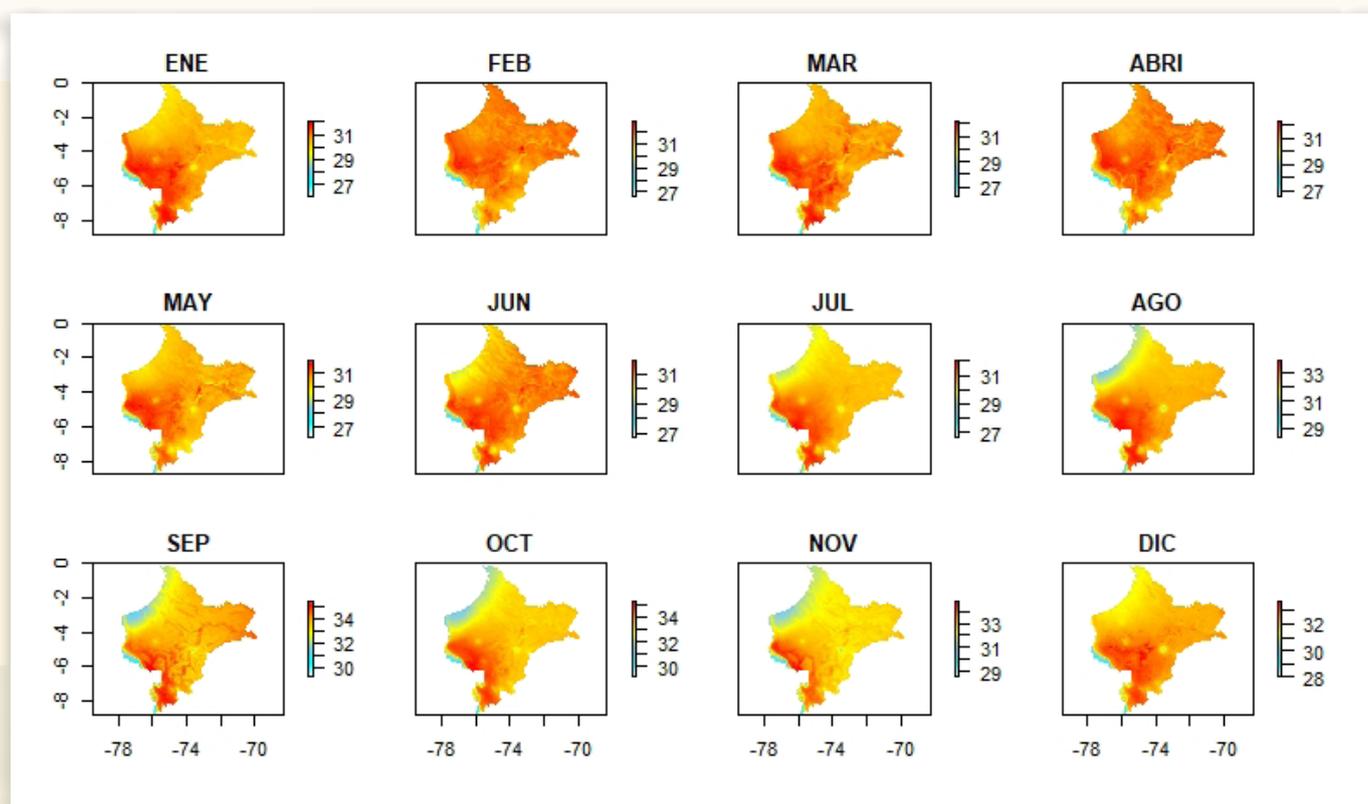


Con respecto a la precipitación promedio multianual, según la figura 7, se observa que el registro mensual no es uniforme en todos los meses del año, siendo agosto con 73 mm la media más baja, seguido de julio con 89.8 mm y setiembre con 110.5 mm al considerar promedio mensual de toda la región. Por último, la precipitación promedio máxima mensual posee la tendencia similar a lo observado en la precipitación mínima promedio y al promedio, siendo el mes de abril con 849.2 mm el de mayor precipitación, seguido de marzo con 818.1 mm luego está el mes de febrero con 714.6 mm. Con respecto a las precipitaciones mínimas, estas poseen una similar tendencia que la precipitación máximas y promedios, siendo el mes de julio y agosto con 8.9 y 7.5 mm respectivamente los meses con menor registro.

Temperatura Máxima en Loreto

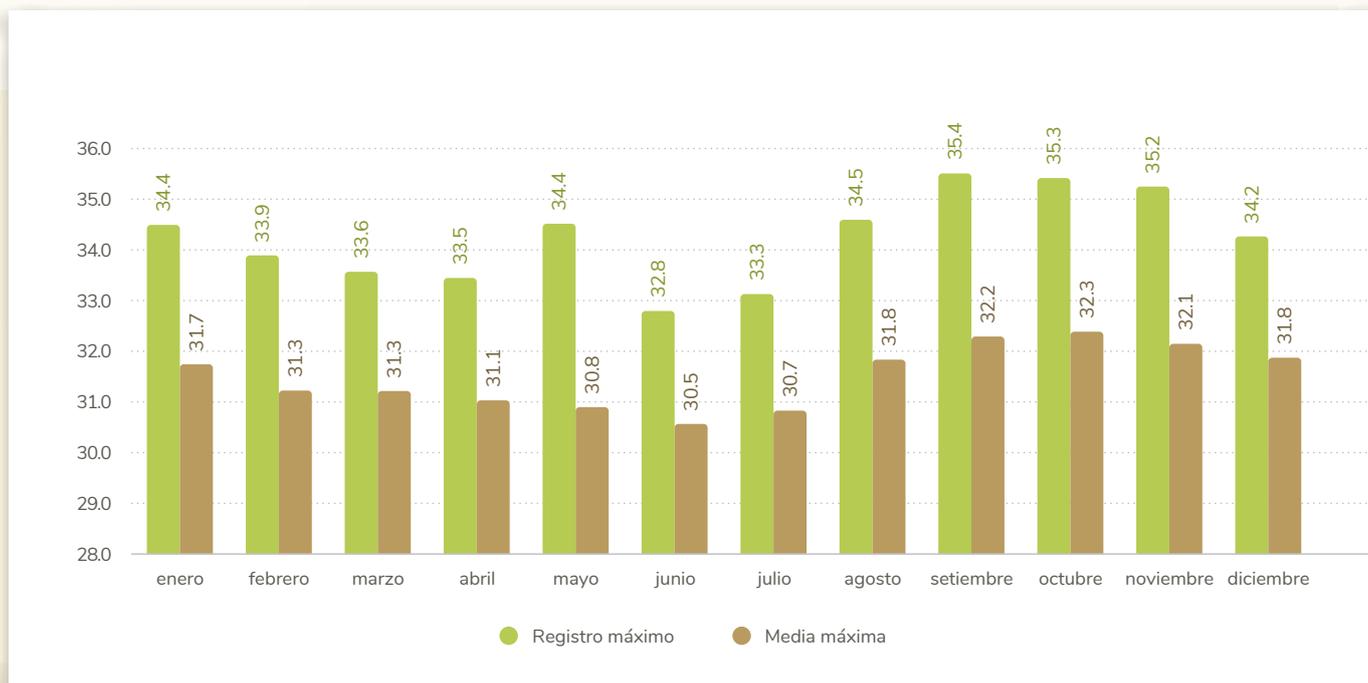
Para determinar la temperatura máxima multianual de la región Loreto, se utilizó de base los datos PISCO tx v 1.1. Esta información está en formato *netCDF y contiene un mosaico apilado de 420 raster (1 raster por mes) que representan el periodo de enero 1981 a diciembre de 2016.

FIGURA 8. REPRESENTACIÓN ESPACIAL MENSUAL MULTIANUAL DE LOS DATOS DE PISCO-TEMPERATURA MÁXIMA PARA LA REGIÓN LORETO.



Según la figura 8, la representación espacial de la temperatura máxima multianual en la región Loreto no es uniforme, esto también puede ser ocasionado por zonas climáticas que existen en toda la región, además, se puede apreciar de acuerdo a los rangos que en varios meses del año la temperatura en la ciudad de Iquitos es superior en comparación a las zonas aledañas de la ciudad.

FIGURA 9. REPRESENTACIÓN GRÁFICA MULTIANUAL DE LOS DATOS DE PISCO-TEMPERATURA MÁXIMA PARA LA REGIÓN LORETO.



La figura 9, demuestra que la temperatura máxima media multianual para todos los meses del año están por encima de los 30°, siendo los meses de setiembre, octubre y noviembre los cuales presentan registros más altos con 32.2°, 32.3° y 32.1° C respectivamente. Mientras que los meses con los registros máximos también se encuentran en setiembre, octubre y noviembre con 35.4°, 35.3° y 35.2° C.

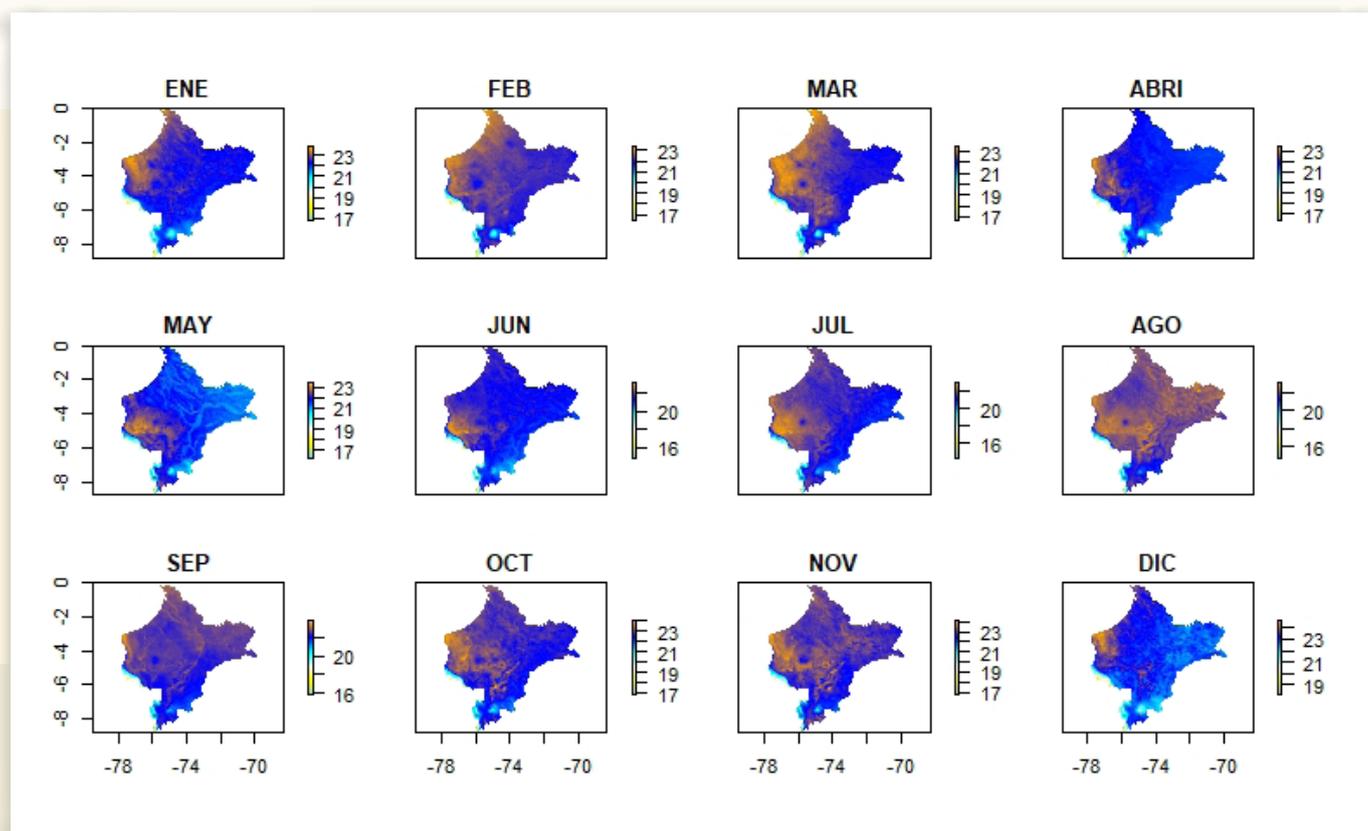


Foto: Rolando Mondragón (DAR)

Temperatura Mínima en Loreto

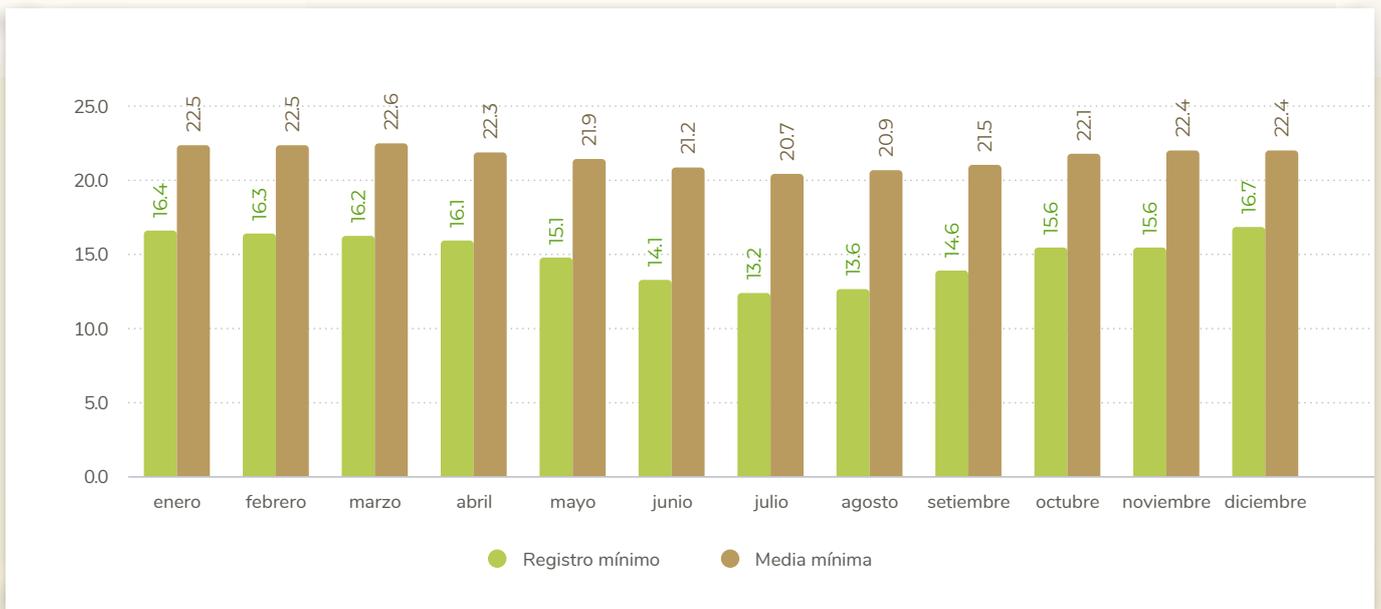
Con respecto a la temperatura mínima multianual para Loreto, se utilizó de base los datos la información grillada de PISCO tn v1.1, en formato *netCDF. Al igual que los datos de temperatura máxima, este archivo contiene un mosaico apilado de 420 raster que representan el periodo de enero 1981 a diciembre de 2016.

FIGURA 10. REPRESENTACIÓN ESPACIAL MENSUAL MULTIANUAL DE LOS DATOS DE PISCO-TEMPERATURA MÍNIMA PARA LA REGIÓN LORETO.



Según la Figura 10, la representación espacial de la temperatura mínima multianual en la región Loreto no es uniforme, y varían considerablemente según el mes de análisis. Al igual que en las variables anteriores, esto puede ser ocasionado por los distintos tipos de climas que existen en toda la región Loreto, la gran extensión geográfica, cuencas hidrográficas, los distintos tipos de ecosistemas naturales que interactúan cabe recalcar que la presencia de Friajes en la amazonía peruana afecta directamente al registro de esta variable. Este fenómeno singular se inicia con la presencia de lluvias moderadas a una intensidad fuerte, acompañado de tormentas eléctricas y vientos, los cuales se desplazan de sur a norte de la Amazonia por consiguiente los registros máximos disminuyen por la cobertura nubosa. Posterior a ello, la lluvia se desplaza dejando el cielo con escasa nubosidad, ya despejado la selva sur con presencia de aire frío, esto genera que la temperatura descienda bruscamente en pocas horas ("SENAMHi - Loreto," 2018).

FIGURA 11. REPRESENTACIÓN GRÁFICA MULTIANUAL DE LOS DATOS DE PISCO-TEMPERATURA V1.1 MÍNIMA PARA LA REGIÓN LORETO.



La figura 11, demuestra que la temperatura mínima media multianual para todos los meses del año están por debajo de los 23°, siendo los meses de julio y agosto los cuales presentan registros más bajos con menos de 21° C.

7.2.

Clima en la región Ucayali

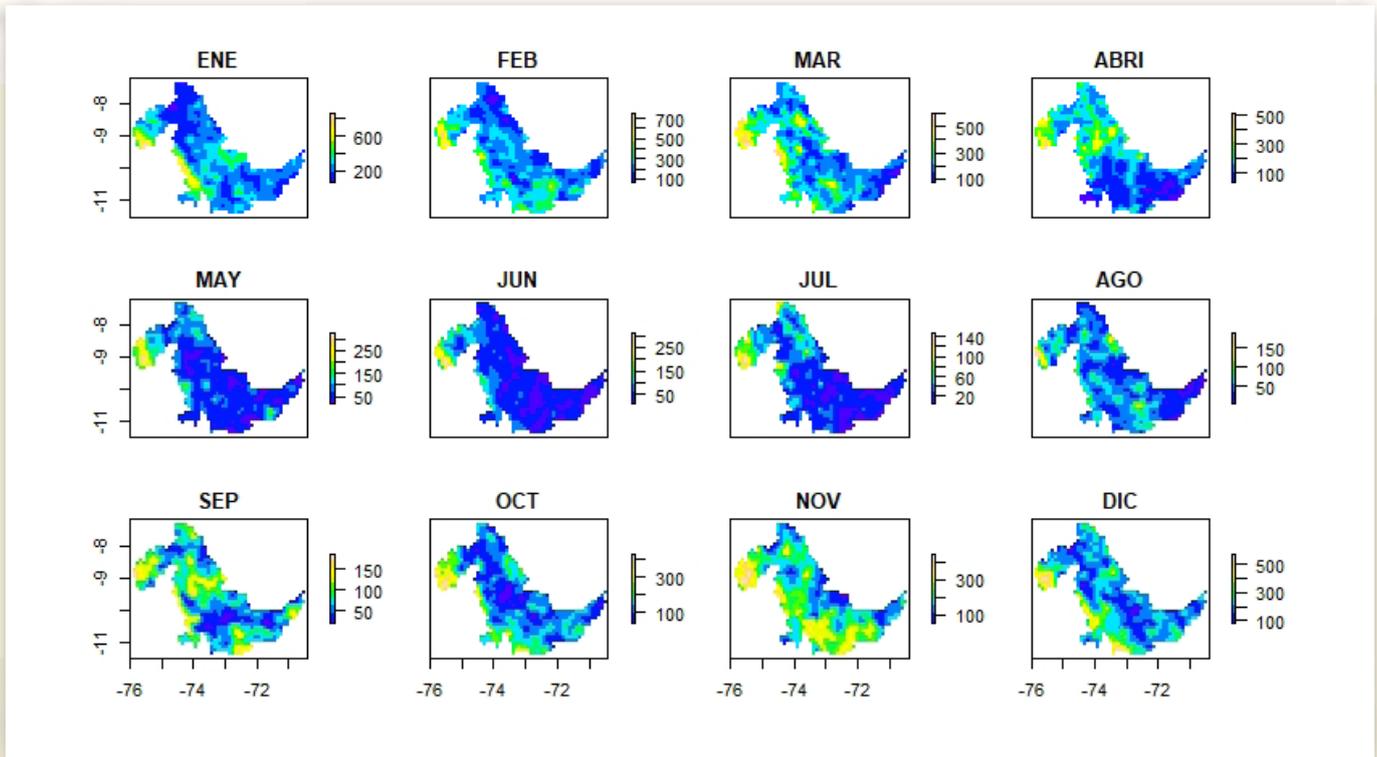
Para determinar los perfiles climáticos, también se utilizó los datos grillados de temperaturas máximas, mínimas y de precipitación proporcionados por el SENAMHI a través de su producto específico PISCO. Según nuestros resultados, la región Ucayali posee un clima cálido y lluvioso durante todo el año. En donde la temperatura media anual máxima es de 31.1° C,

la media anual mínima de 20.6° C, mientras que la temperatura promedio anual es de 25. 8° C. Por otro lado, la precipitación anual es de 1,818 mm; la época lluviosa comprende los meses de diciembre a enero, siendo abril el mes de mayor precipitación promedio pluvial de 275 mm; y el mes de menor precipitación es julio con 32.8 mm.

Precipitación Media en Ucayali

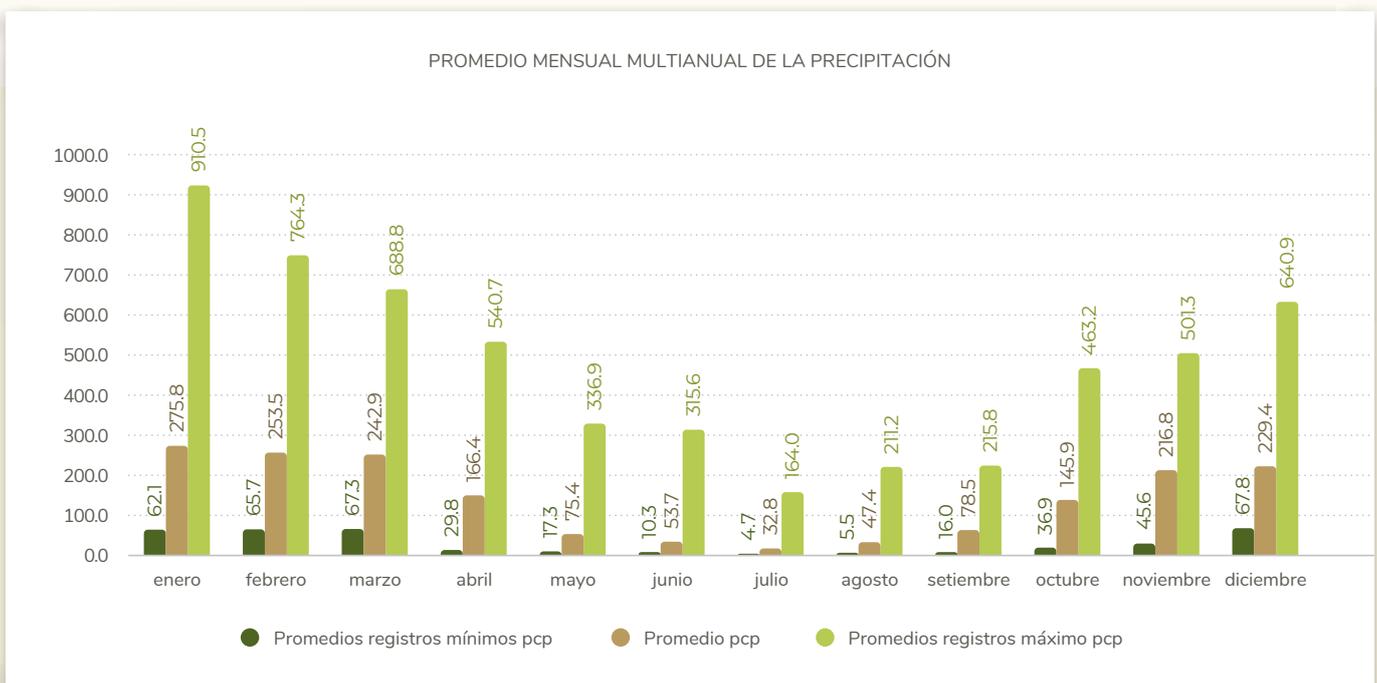
Para determinar la precipitación media multianual para toda la región Ucayali, se utilizó también de base la información de precipitación proporcionada por el SENAMHI a través del estudio PISCO v2.1., para esta región se volvió a utilizar los datos mensuales, el cual combina datos observados de las estaciones climatológicas y datos de sensores remotos.

FIGURA 12. REPRESENTACIÓN ESPACIAL MENSUAL MULTIANUAL DE LOS DATOS DE PISCO-PRECIPITACIÓN PARA LA REGIÓN UCAYALI.



De acuerdo con la Figura 12, la representación espacial de la precipitación no es uniforme en cada mes, esto también puede ser ocasionado por las zonas climáticas, las extensiones y las coberturas que conforman la región. Asimismo, se observa que existe una mayor precipitación mensual multianual en las zonas del centro y sur de la región.

FIGURA 13. REPRESENTACIÓN GRÁFICA MULTIANUAL DE LOS DATOS DE PISCO-PRECIPITACIÓN PARA LA REGIÓN UCAYALI.

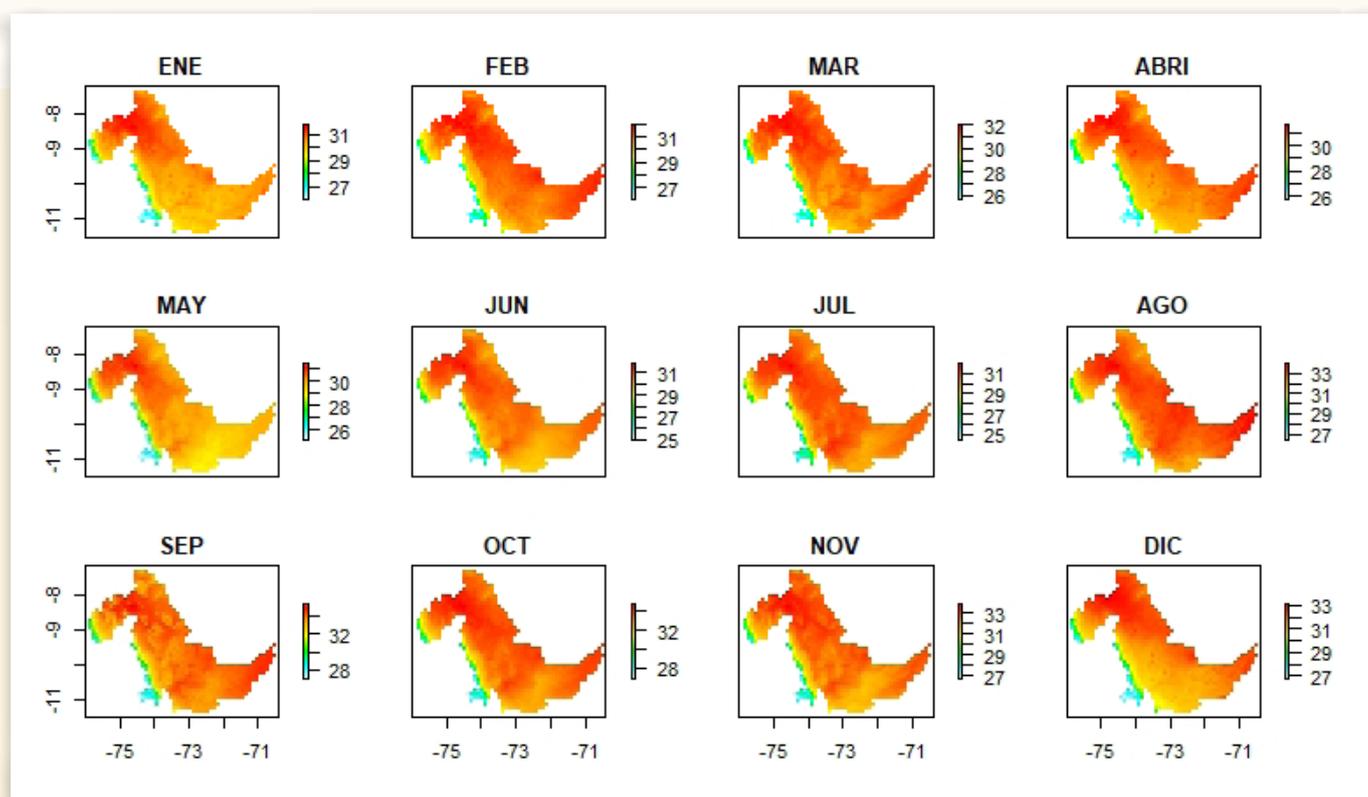


De acuerdo con la figura 13, se observa que la tendencia no es uniforme en todos los meses del año. Por último, la precipitación máxima mensual posee la tendencia similar a lo observado en la precipitación mínima y media, registrando al mes de enero con 910.5 mm siendo este mes el de mayor precipitación, seguido de febrero con 764.3 mm luego está el mes de marzo con 688.8 mm. Mientras que los registros mínimos se encuentran en los meses de julio y agosto,

Temperatura Máxima en Ucayali

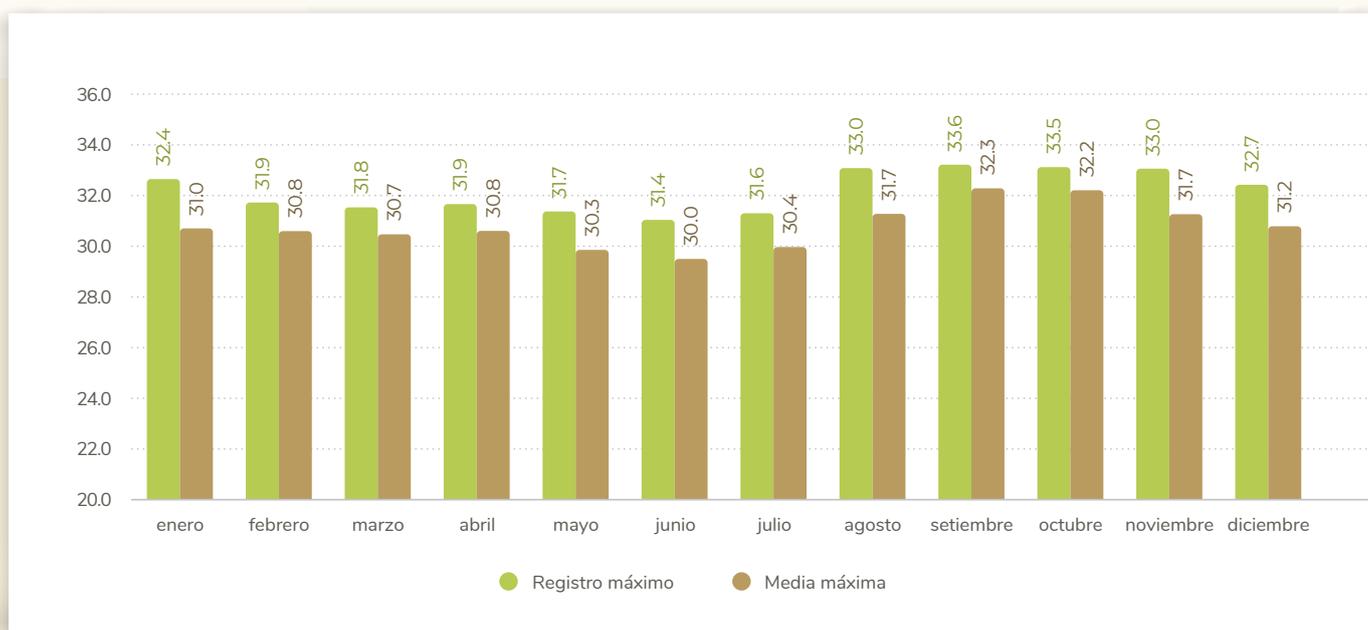
Para determinar la temperatura máxima multianual de la región Ucayali, se utilizó de base los datos PISCO Tn versión 1.1 en formato *netCDF el cual contiene también un mosaico apilado de 420 raster (1 raster por mes) que representan el periodo de enero 1981 a diciembre de 2016.

FIGURA 14. REPRESENTACIÓN ESPACIAL MENSUAL MULTIANUAL DE LOS DATOS DE PISCO-TEMPERATURA MÁXIMA PARA LA REGIÓN UCAAYALI.



Según la figura 14 la temperatura máxima multianual en la región Ucayali no es uniforme, espacialmente se puede apreciar que en varios meses del año la temperatura en la ciudad de Pucallpa, es superior en comparación a otras zonas de la región. Por otro lado, se aprecia que en la zona oeste presenta las menores temperaturas registradas.

FIGURA 15. REPRESENTACIÓN GRÁFICA MULTIANUAL DE LOS DATOS DE PISCO-TEMPERATURA MÁXIMA PARA LA REGIÓN UCAYALI.

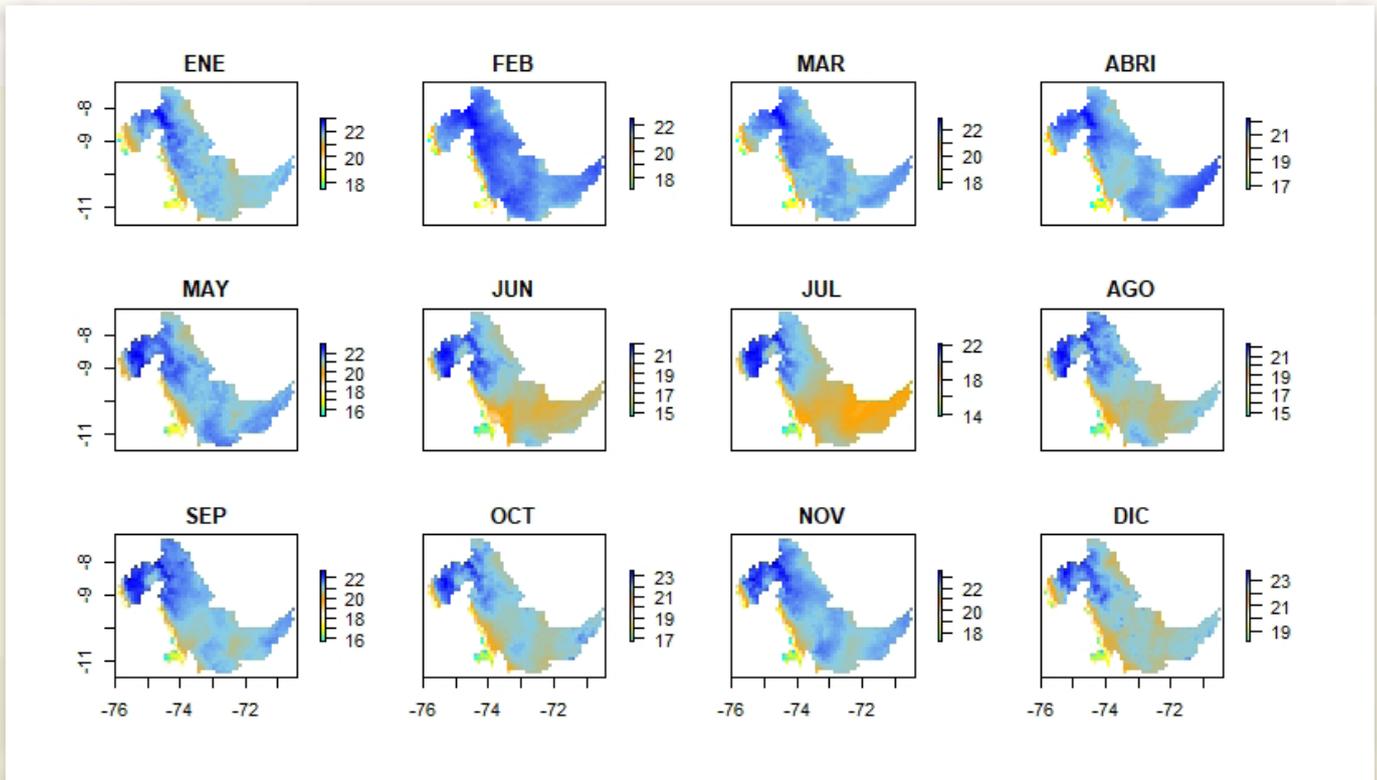


La figura 15 demuestra que la temperatura máxima media multianual al igual que todas las anteriores no son uniformes en todos los meses del año, siendo los meses de agosto, setiembre y octubre los cuales presentan registros más altos; mientras que los meses con menor registro son junio y julio. Adicionalmente, se realizó la distribución de los registros máximos multianuales para el mismo periodo llegando a un valor máximo mensual de hasta 33.6°.

Temperatura Mínima en Ucayali

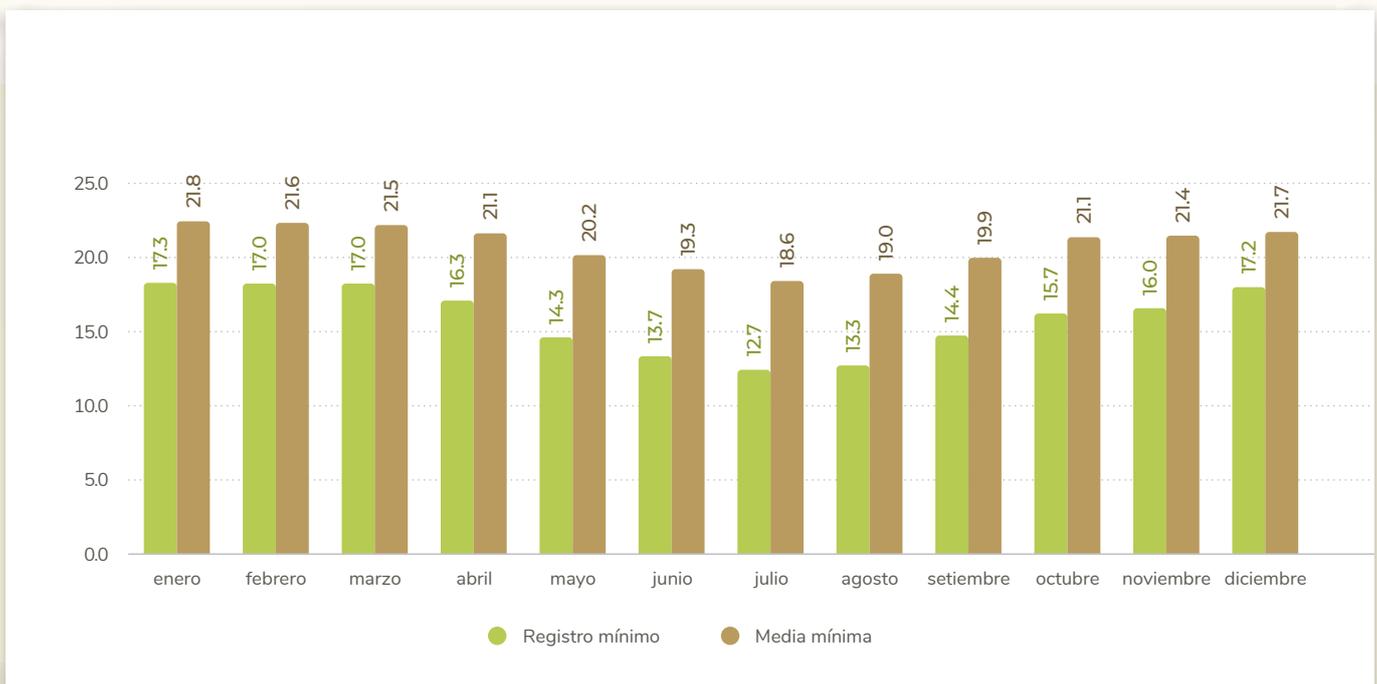
Con respecto a la temperatura mínima multianual de la región Ucayali, también se utilizó los datos de PISCO versión 1.1 en formato *netCDF. Al igual que los datos de temperatura máxima, este archivo contiene un mosaico apilado de 420 raster que representan el periodo de enero 1981 a diciembre de 2016.

FIGURA 16. REPRESENTACIÓN ESPACIAL MULTIANUAL MENSUAL DE LOS DATOS DE PISCO-TEMPERATURA V1.1 MÍNIMA PARA LA REGIÓN UCAYALI.



Según la Figura 16, la representación espacial de la temperatura mínima multianual en la región Ucayali varía considerablemente según el mes de análisis. Por lo que se puede observar diferencias de valores entre las zonas sur, centro y norte en los meses de junio, julio y agosto.

FIGURA 17. REPRESENTACIÓN GRÁFICA MULTIANUAL DE LOS DATOS DE PISCO-TEMPERATURA V1.1 MÍNIMA PARA LA REGIÓN UCAYALI



Con respecto a la temperatura mínima media multianual la figura 17 muestra los registros, no son uniformes para todos los meses del año, siendo julio y agosto los meses con los registros más bajos con 18.6° y 19° respectivamente.

7.3.

Clima en la región San Martín

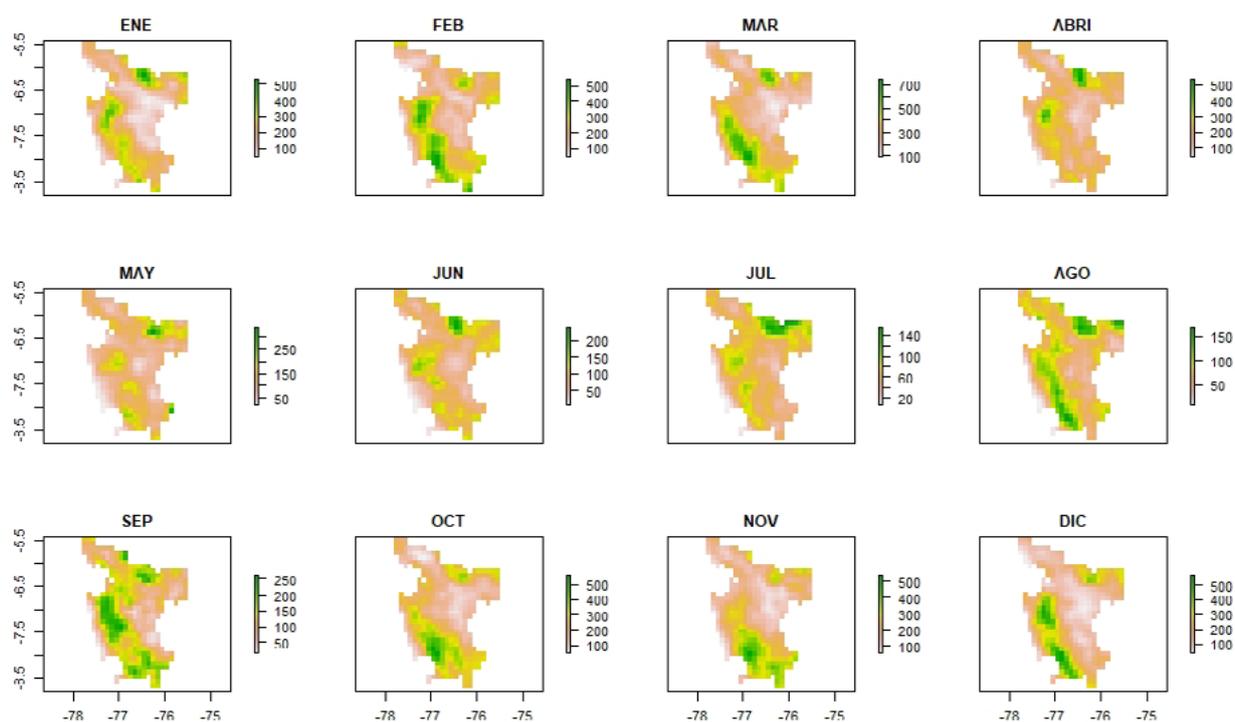
En base a estos datos grillados de temperaturas máximas, mínimas y de precipitación proporcionados por el SENAMHI se puede afirmar que la región San Martín también posee un clima cálido y lluvioso durante todo el año. La temperatura media anual máxima es de 34° C, la media anual mínima de 21.9° C, mientras que

la temperatura promedio anual es de 28.4° C. Por otro lado, la precipitación anual es de 1,935 mm; la época lluviosa comprende los meses de diciembre a abril, siendo marzo el mes de mayor precipitación pluvial con 299 mm en promedio; y el mes de menor precipitación es agosto con 73 mm.

Precipitación Media en San Martín

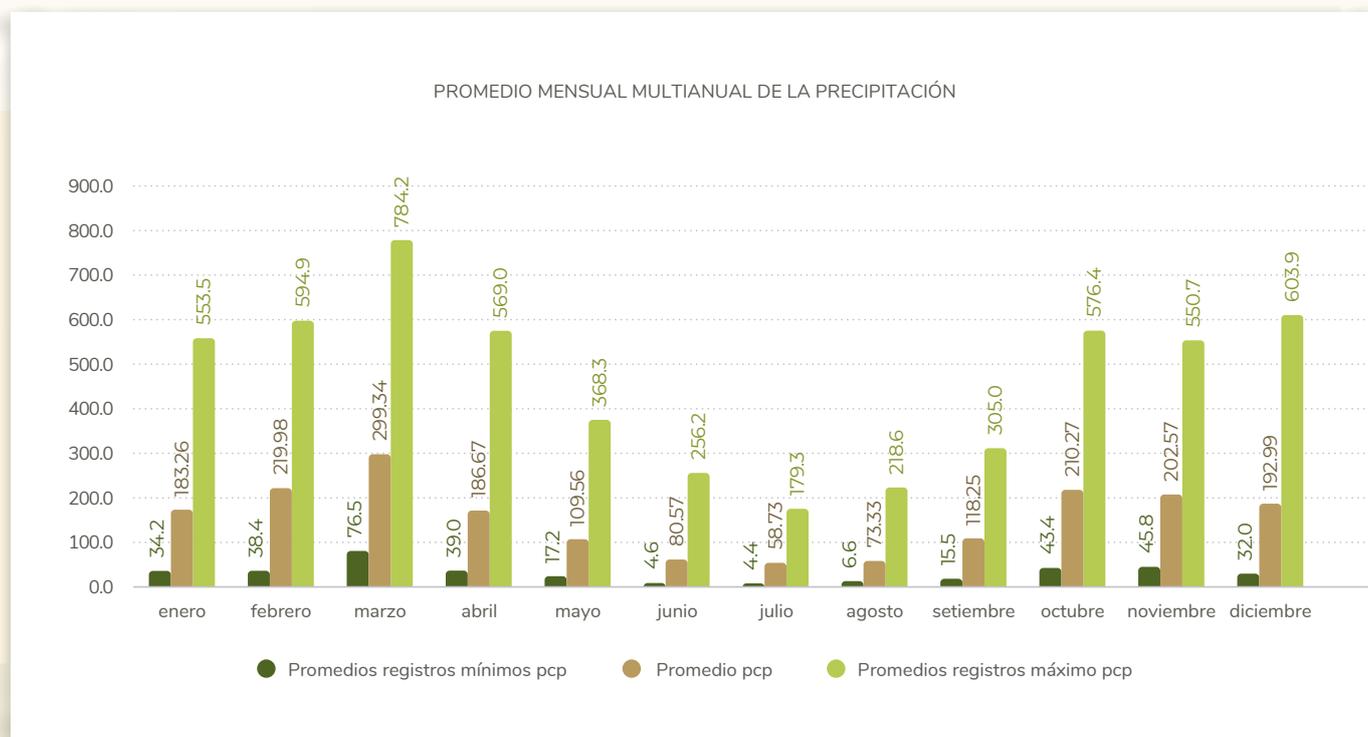
Para determinar la precipitación media multianual para toda la región de San Martín, se utilizó de base la información de precipitación proporcionada por el SENAMHI.

FIGURA 18. REPRESENTACIÓN ESPACIAL MULTIANUAL MENSUAL DE LOS DATOS DE PISCO-PRECIPITACIÓN PARA LA REGIÓN SAN MARTÍN.



Cabe señalar también que, la representación espacial de la precipitación no es uniforme en toda la región de San Martín observado una mayor precipitación en la zona sur y oeste de la región, cabe mencionar que la zona oeste es la colindante con la zona Andina.

FIGURA 19. REPRESENTACIÓN GRÁFICA MULTIANUAL DE LOS DATOS DE PISCO-PRECIPITACIÓN PARA LA REGIÓN SAN MARTÍN.

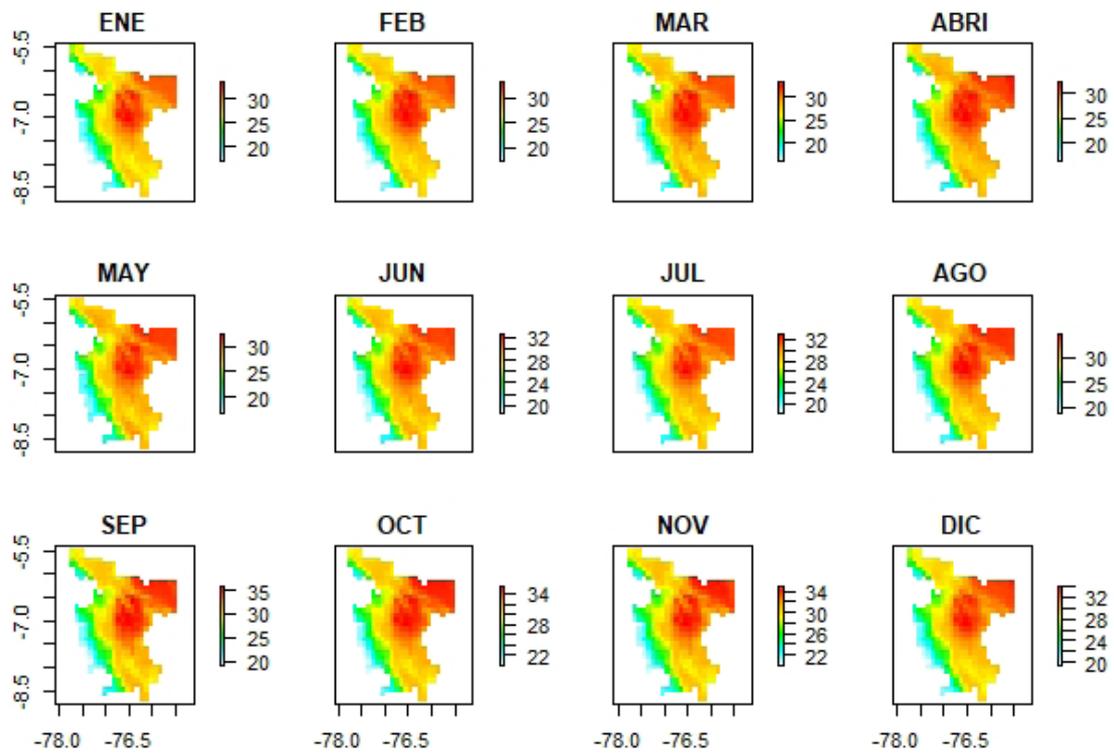


Con respecto a la precipitación promedio multianual, según la figura 19, se observa que julio con 58 mm la media más baja, seguido de agosto con 73 mm y junio con 80 mm. Por último, la precipitación promedio máxima mensual posee la tendencia similar a lo observado en la precipitación mínima promedio y al promedio, siendo el mes de marzo con 784 mm el de mayor precipitación, seguido de diciembre con 603 mm luego está el mes de febrero con 594 mm. Con respecto a las precipitaciones mínimas, estas poseen una similar tendencia que la precipitación máximas y promedios, siendo el mes de junio y julio con 4.6 y 4.4 mm respectivamente los meses con menor registro. Cabe recalcar que la base de datos tiene una temporalidad de 36 años (1981 – 2016).

Temperatura Máxima en San Martín

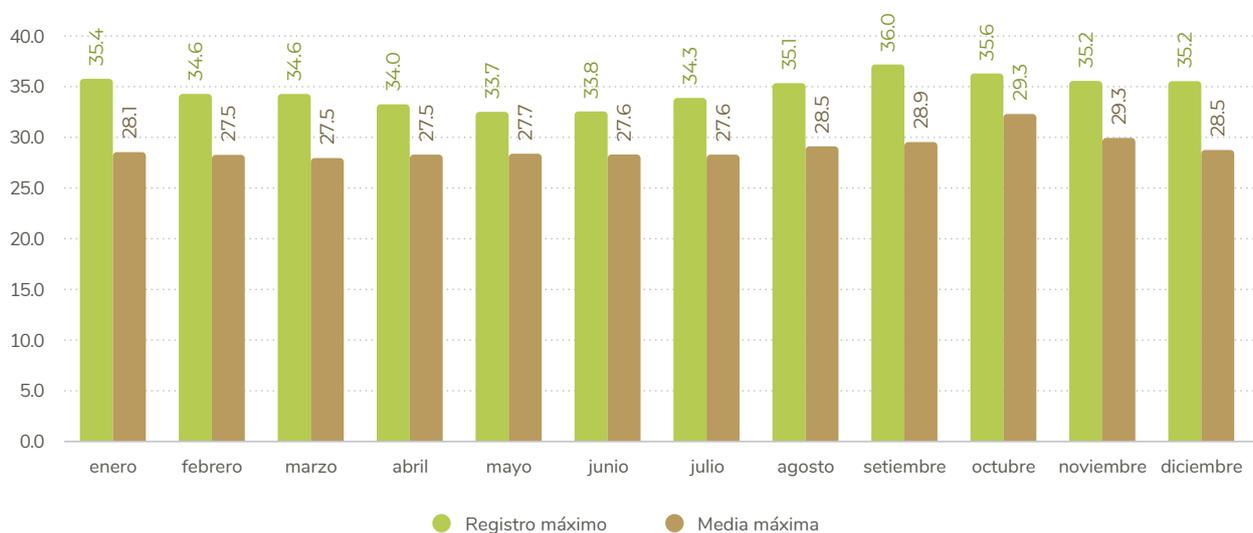
Para determinar la temperatura máxima multianual en toda la región de San Martín, se utilizó de base los datos PISCO tx versión 1.1 en formato *netCDF y contiene un mosaico apilado de 420 raster (1 raster por mes) que representan el periodo de enero 1981 a diciembre de 2016.

FIGURA 20. REPRESENTACIÓN ESPACIAL MENSUAL MULTIANUAL DE LOS DATOS DE PISCO-TEMPERATURA MÁXIMA PARA LA REGIÓN SAN MARTÍN.



Según la figura 20, la representación espacial de la temperatura máxima multianual en la región San Martín observando que la zona centro y este poseen mayor temperatura en todos los meses del año.

FIGURA 21. REPRESENTACIÓN GRÁFICA MULTIANUAL DE LOS DATOS DE PISCO-TEMPERATURA MÁXIMA PARA LA REGIÓN SAN MARTÍN.

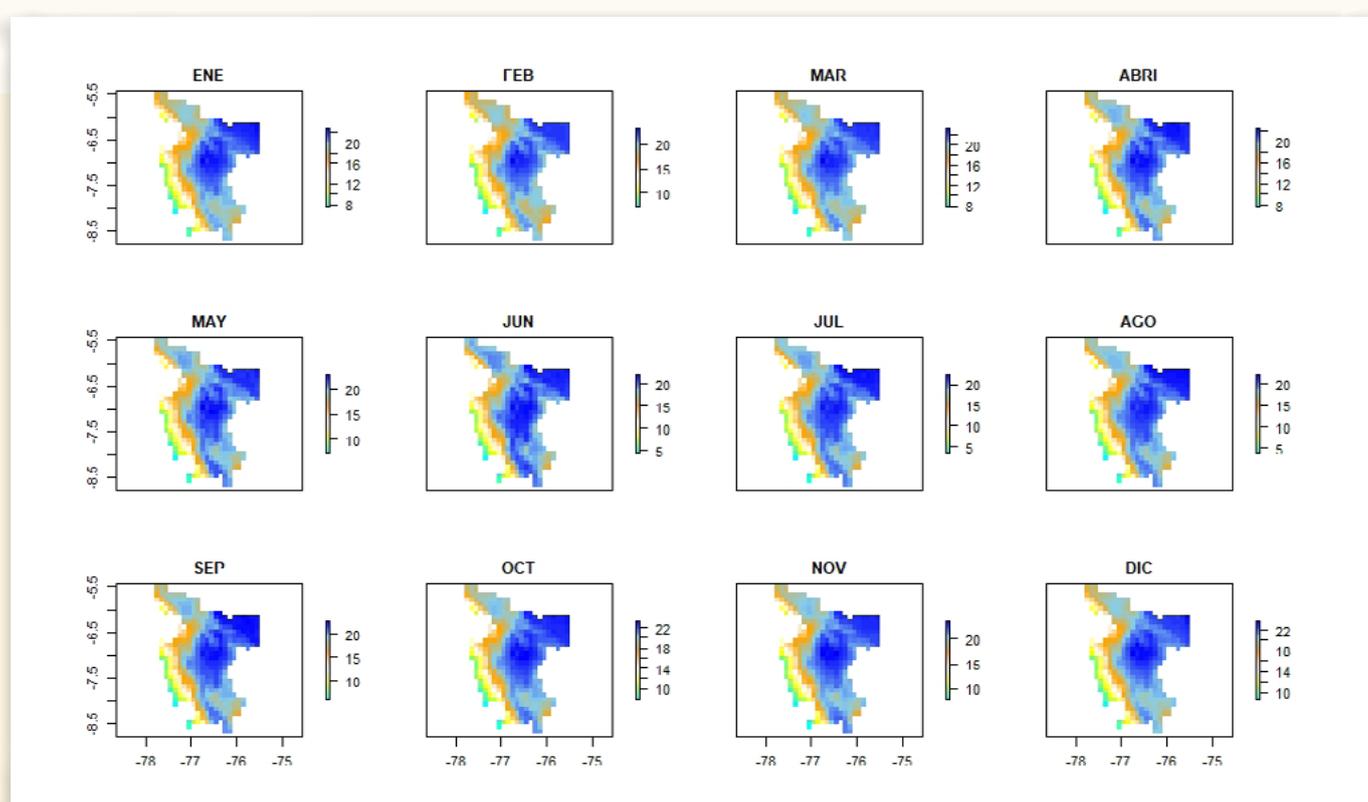


Por otro lado, la figura 21, demuestra que la temperatura máxima media multianual para todos los meses del año están por encima de los 27°, siendo los meses de octubre y noviembre los cuales presentan registros más altos con 29.3° C respectivamente. Mientras que los meses con los registros extremos también se encuentran en setiembre, octubre y noviembre por encima de los 35° C.

Temperatura Mínima en San Martín

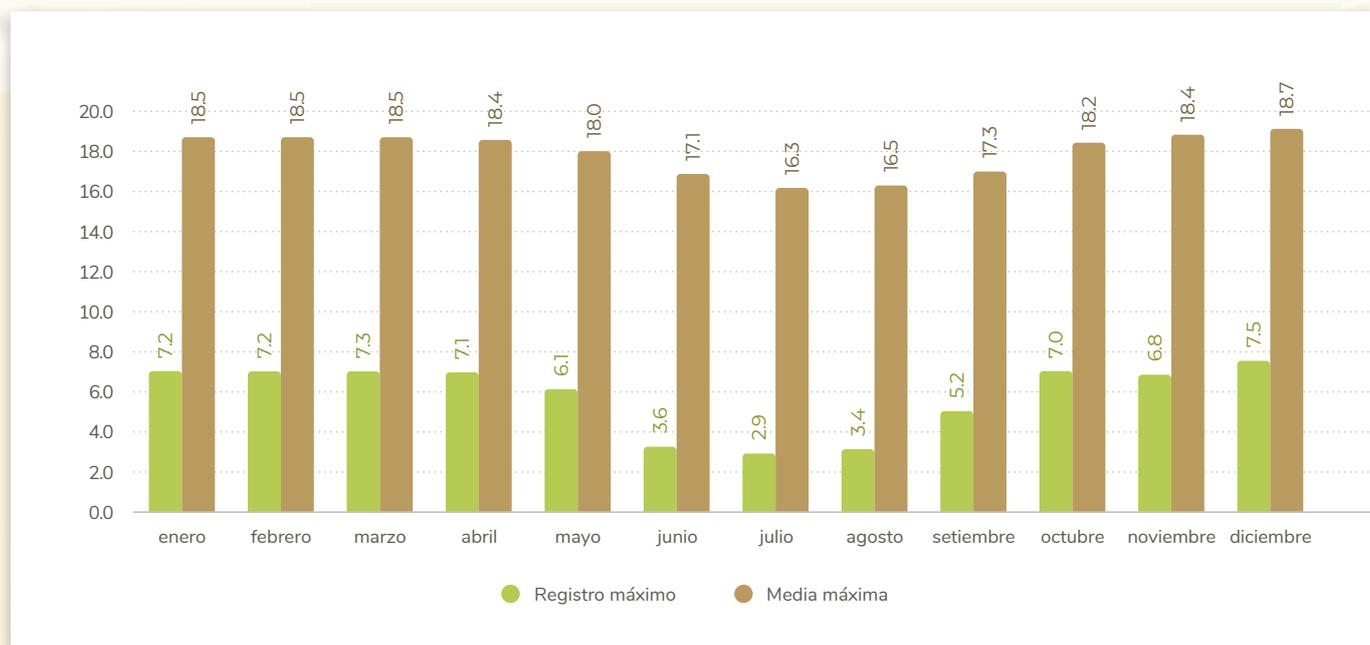
Con respecto a la temperatura mínima multianual en la región San Martín, también se utilizó de base los datos de PISCO tn v1.1 en formato *netCDF. Al igual que los datos de temperatura máxima, este archivo contiene un mosaico apilado de 420 raster que representan el periodo de enero 1981 a diciembre de 2016.

FIGURA 22. REPRESENTACIÓN ESPACIAL MENSUAL MULTIANUAL DE LOS DATOS DE PISCO-TEMPERATURA MÍNIMA PARA LA REGIÓN SAN MARTÍN.



Según la figura 22, la representación espacial de la temperatura mínima multianual en la región San Martín es uniforme observando que la zona sur y oeste poseen menor temperatura.

FIGURA 23. REPRESENTACIÓN GRÁFICA MULTIANUAL DE LOS DATOS DE PISCO-TEMPERATURA V1.1 MÍNIMA PARA LA REGIÓN SAN MARTÍN



Por otro lado, la figura 23, demuestra que la temperatura mínima media multianual para todos los meses del año están por debajo de los 19°, siendo los meses de julio y agosto los cuales presentan registros menor registro 16.3° y 16.5°C respectivamente.

7.4.

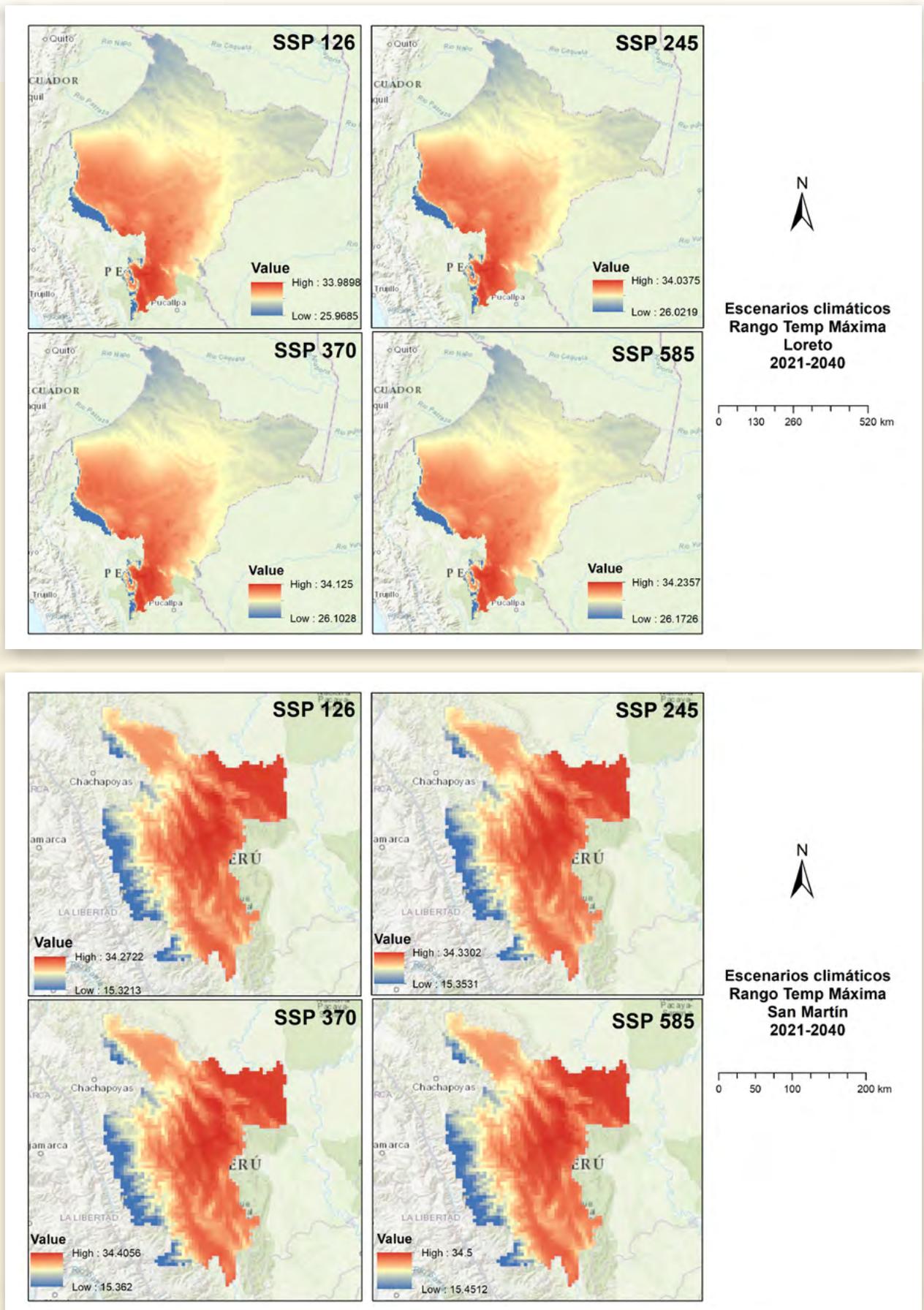
Base de Datos escenarios Cambio climático

Como parte de la información recopilada y analizada sobre los escenarios climáticos tanto para la región de Loreto, San Martín y Ucayali, se consideró que la menor resolución hasta ahora publicada (2.5 minutos) equivale a menos de 5 km. Los datos procesados corresponden a proyecciones climáticas futuras reducidas de CMIP6 (Coupled Model Intercomparison Project). Para lo cual, Se procesaron valores mensuales multianuales de temperatura mínima, temperatura máxima y precipitación para nueve modelos climáticos globales (GCM): BCC-CSM2-MR, CNRM-CM6-1, CNRM-ESM2-1, CanESM5, GFDL-ESM4, IPSL-CM6A-LR, MIROC-ES2L, MIROC6, MRI-ESM2-0 y para cuatro vías

Socioeconómicas compartidas (SSP): 126, 245, 370 y 585 y solo para el periodo 2021 – 2040.

Cabe indicar que los escenarios de cambio climático propuestos para este estudio corresponden al promedio mensual de los modelos proporcionados por cada laboratorio y descritos en la plataforma WorldClim. Asimismo, se utilizaron todos los modelos globales debido a que aún no se tiene registro que modelo en particular se ajusta más a la realidad de estas tres regiones, con ello, se evitó minimizar las incertidumbres asociadas al uso de solo un modelo específico.

FIGURA 24. ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO 2021 -2040 REFERENTE A LA TEMPERATURA MÁXIMA.



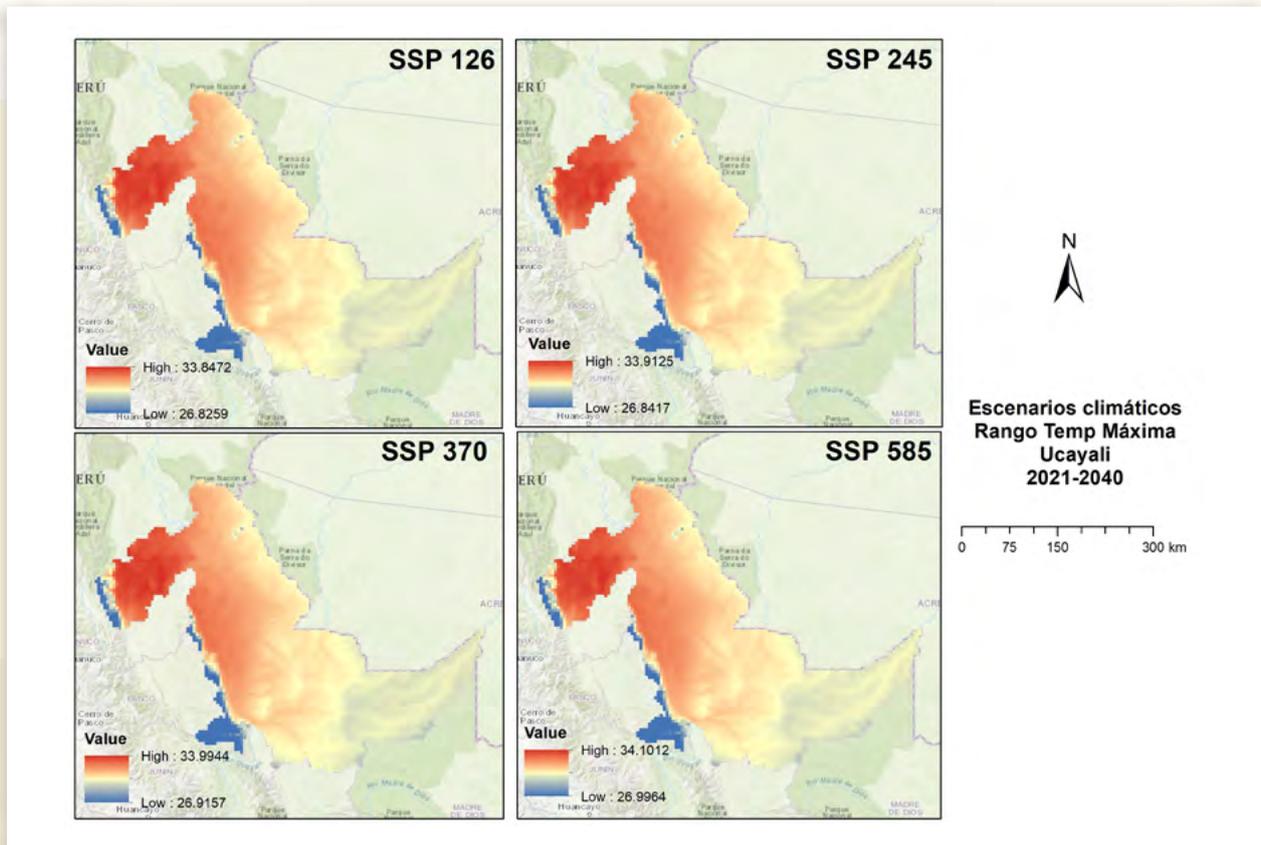
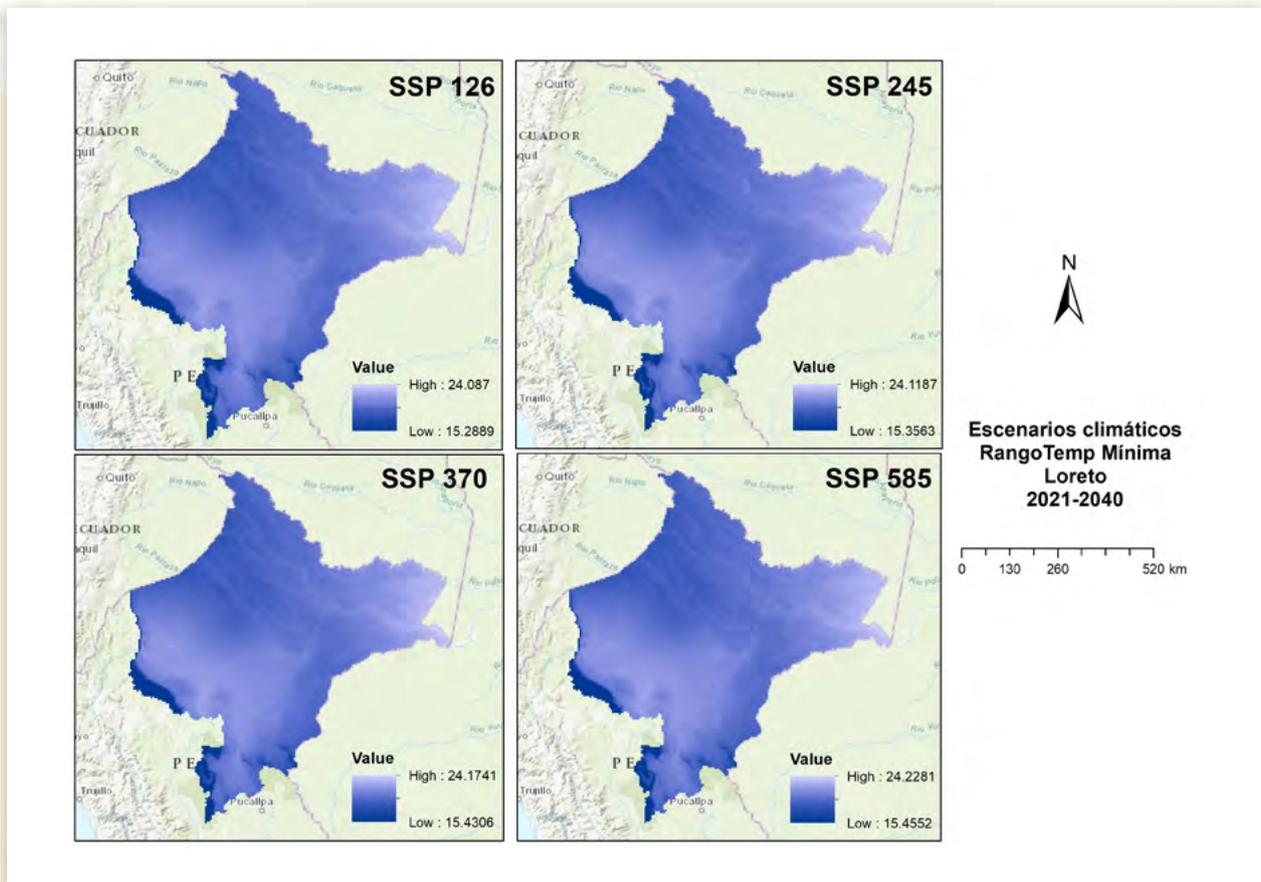
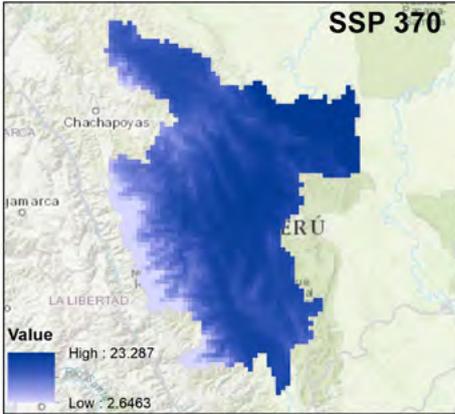


FIGURA 25. ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO 2021 – 2040 REFERENTE A LA TEMPERATURA MÍNIMA.

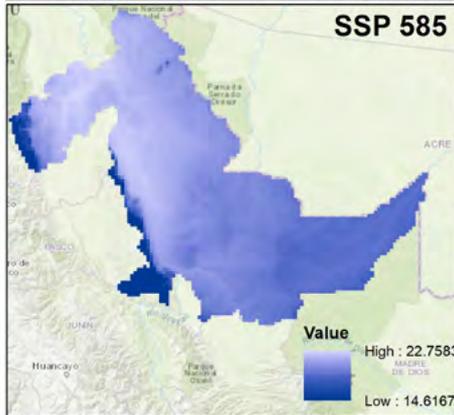
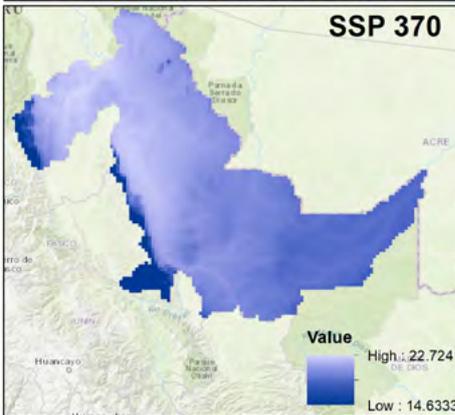
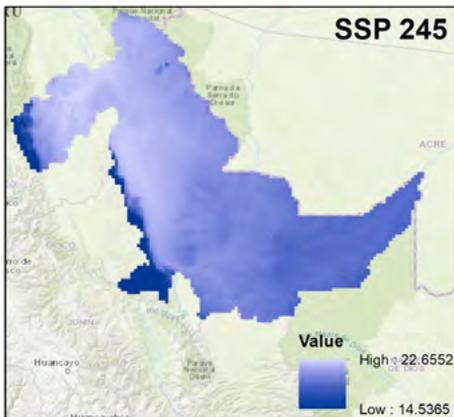
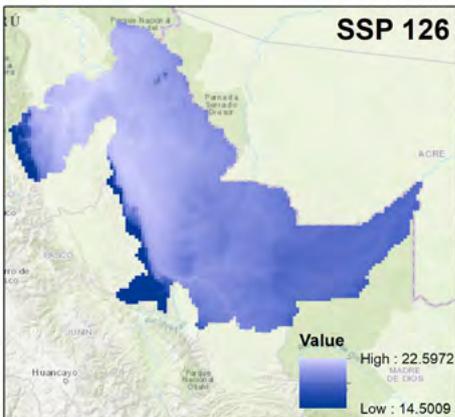




N

**Escenarios climáticos
Rango Temp Mínima
San Martín
2021-2040**

0 50 100 200 km

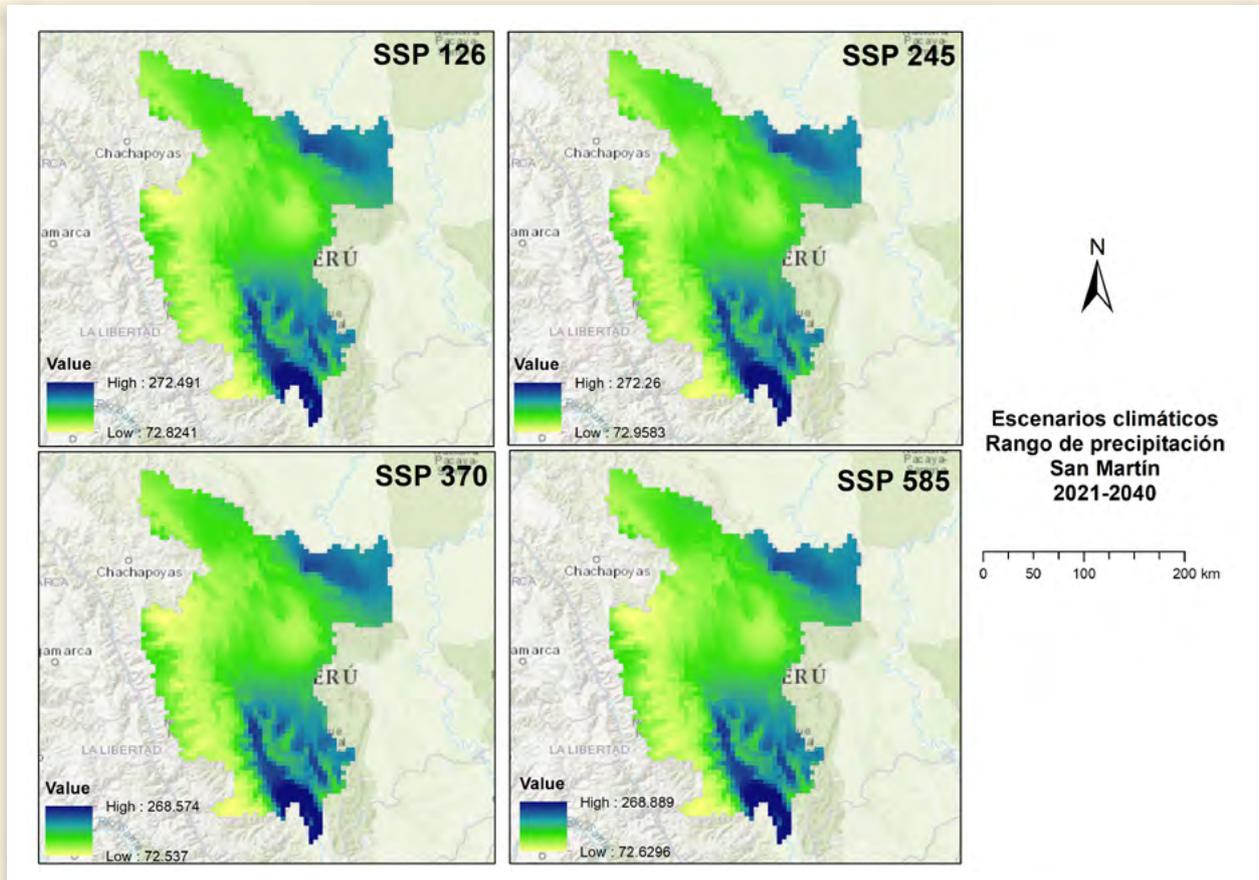
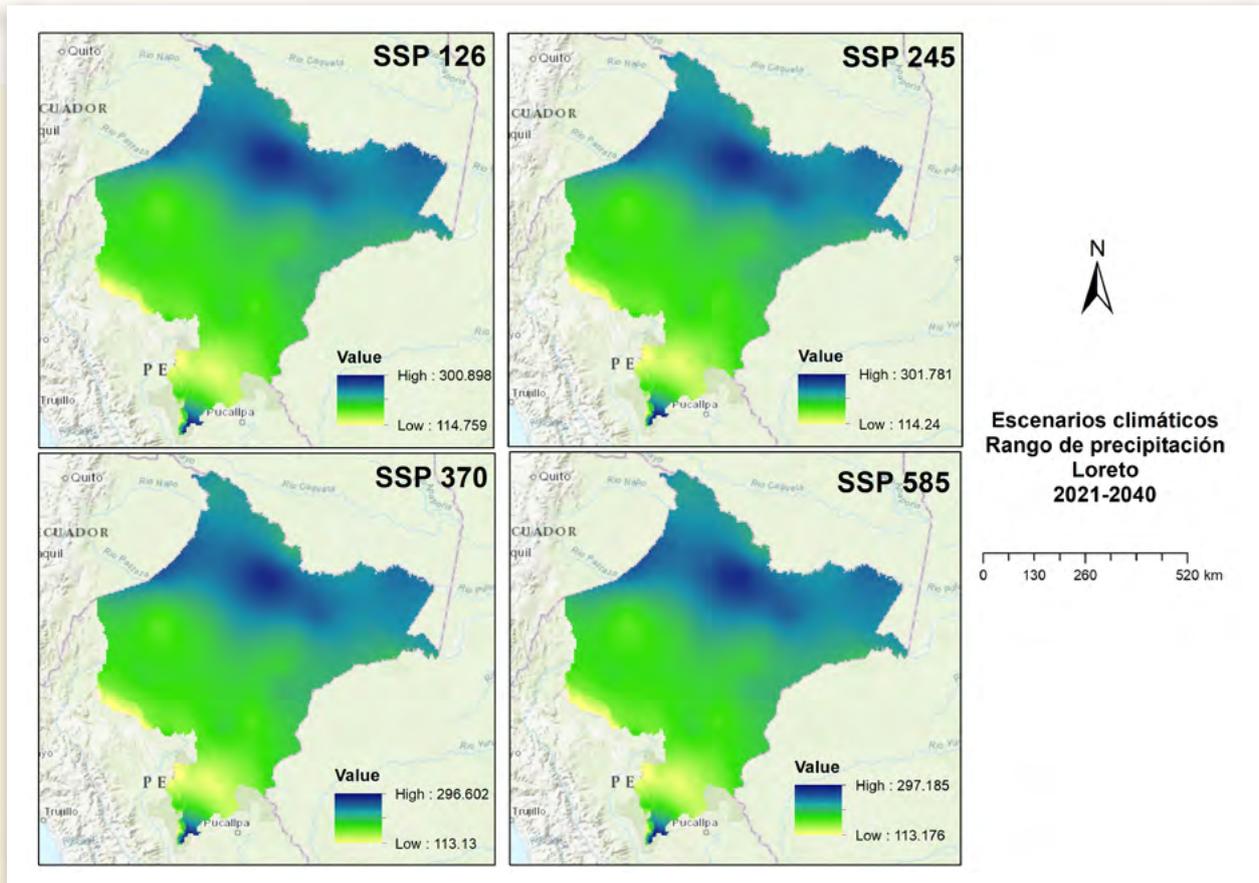


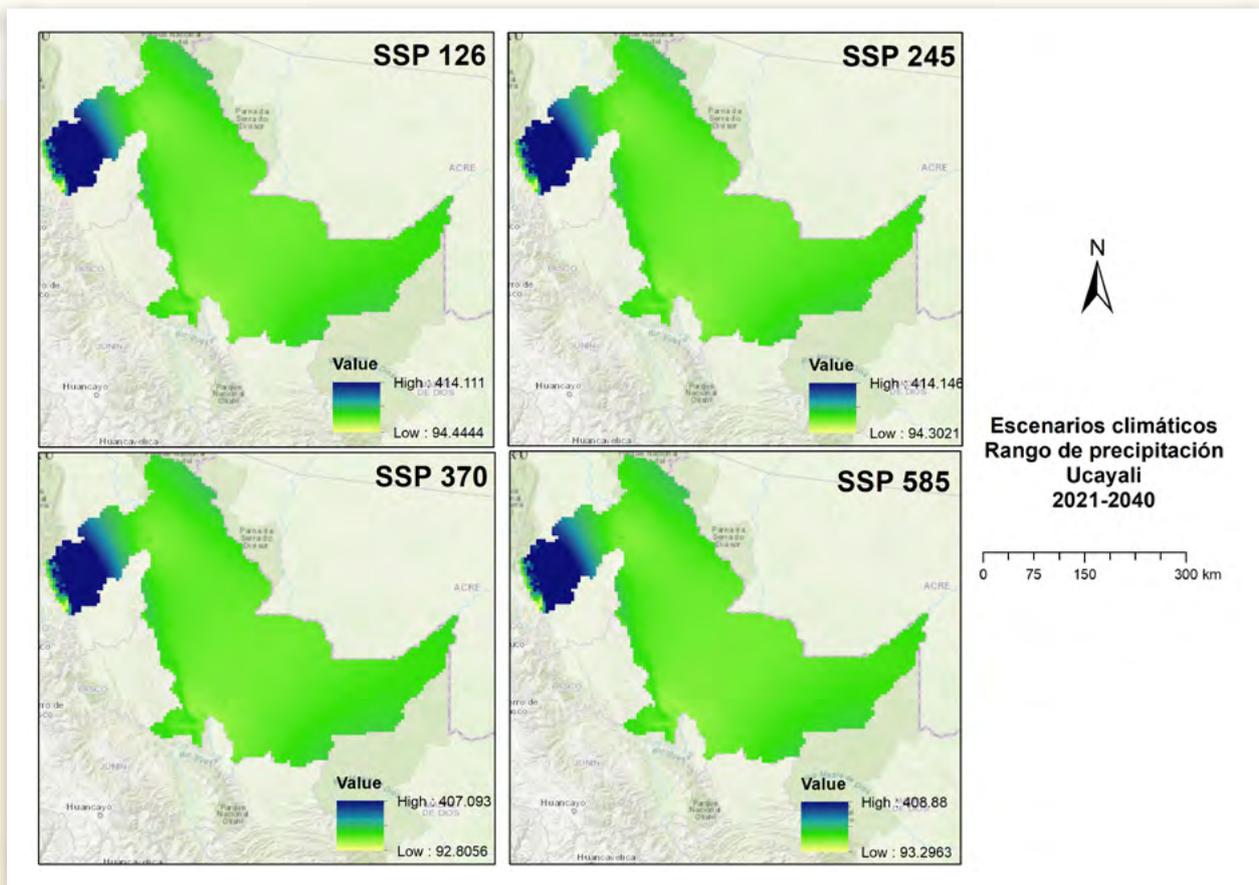
N

**Escenarios climáticos
Rango Temp Mínima
Ucayali
2021-2040**

0 75 150 300 km

FIGURA 26. ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO 2021 – 2040 REFERENTE A LA PRECIPITACIÓN.





7.5.

Proyecciones Climáticas

Proyecciones climáticas 2021-2040 para la región de Loreto

Para las proyecciones climáticas futuras de la región Loreto, se usaron los nueve modelos climáticos globales para cada escenario de cambio climático (SSP126, SSP245, SSP 370 y SSP585) periodo 2021 - 2040. La resolución utilizada para este análisis fue de 2.5 minutos (5 * 5 km). Cada modelo posee un compilado de 12 archivos (bandas) que representan a los promedios mensuales, los cuales posteriormente se utilizaron para determinar el promedio anual futuro.

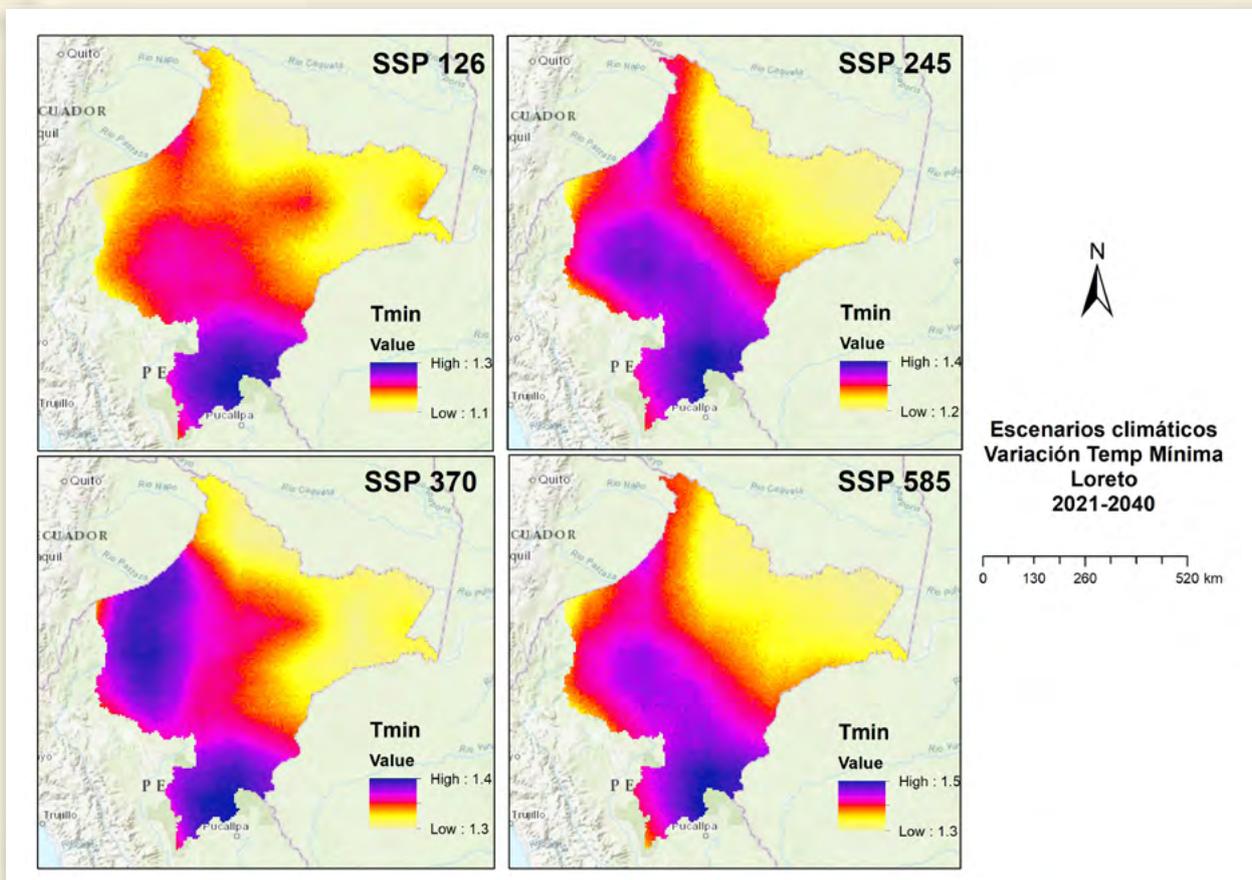
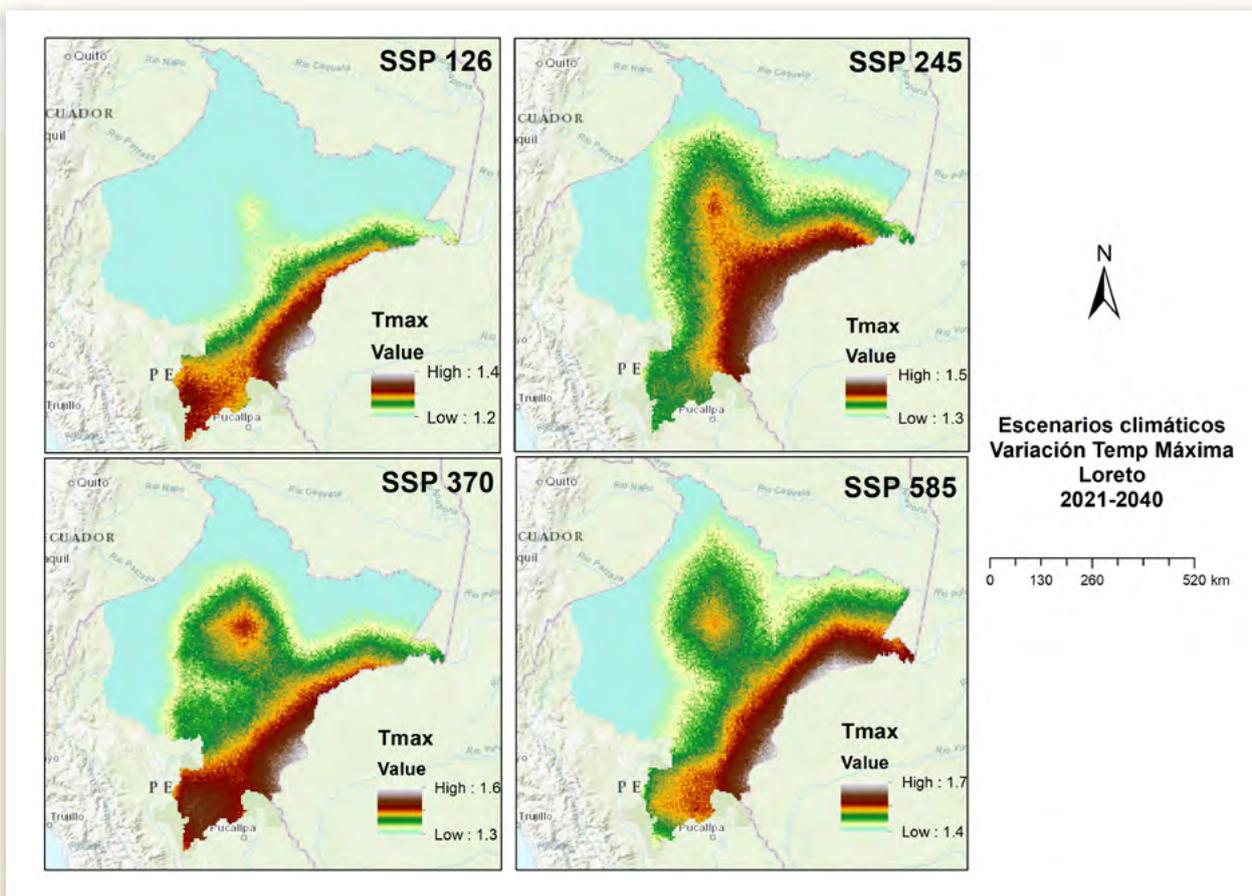
TABLA 2: PROYECCIONES CLIMÁTICAS 2021-2040 PARA LORETO.

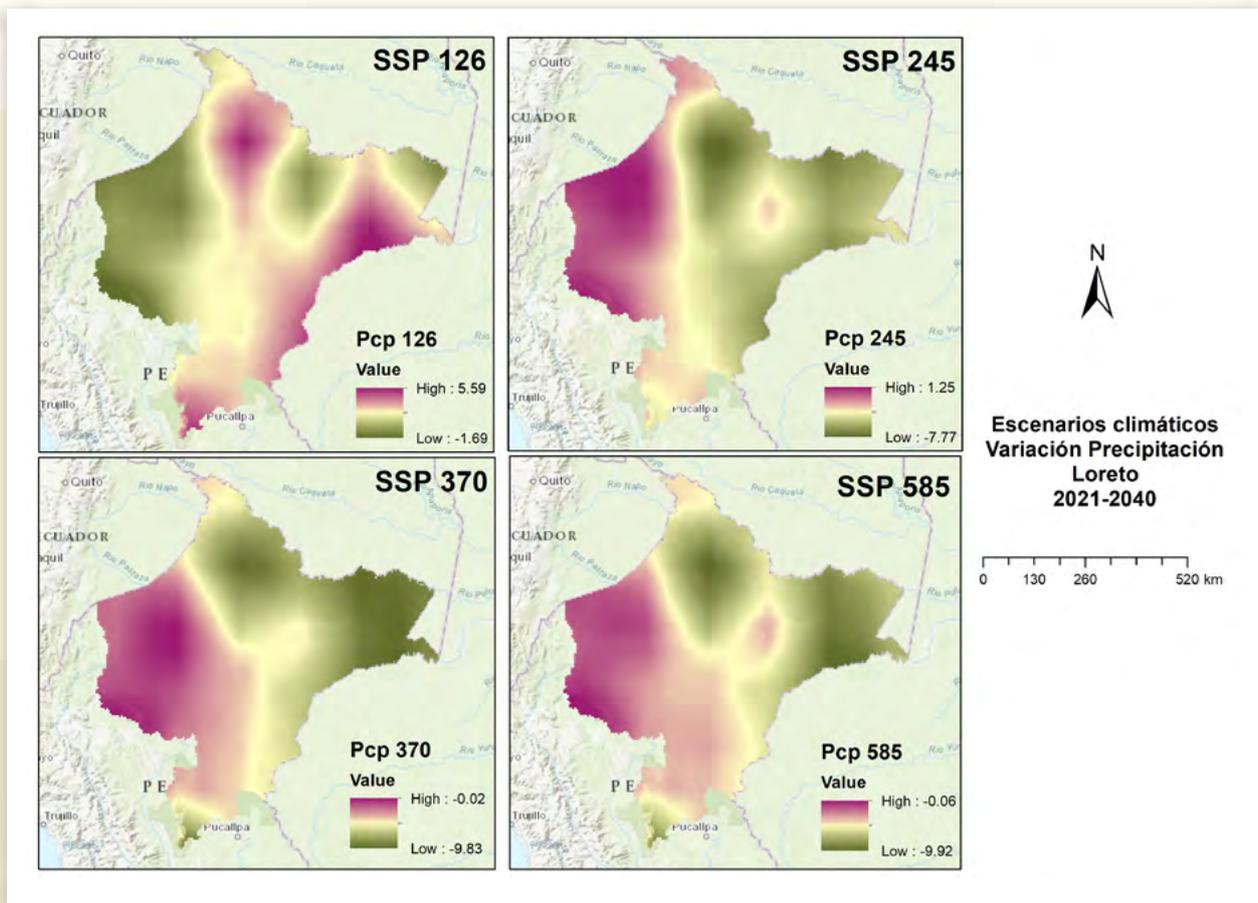
VARIABLE	DESCRIPCIÓN
Proyección de las temperaturas máximas para el periodo 2021 - 2040 en Loreto	<ul style="list-style-type: none"> SSP126.- Para este escenario se evidencia que habrá una variación de temperatura (aumento) de 1.2 °C a 1.4 °C donde el mayor incremento se localiza en la parte sur de Loreto.

VARIABLE	DESCRIPCIÓN
Proyección de las temperaturas máximas para el periodo 2021 - 2040 en Loreto	<ul style="list-style-type: none"> ● SSP245.- Para este escenario se evidencia que habrá una variación de temperatura (aumento) de 1.3 °C a 1.5 °C donde el mayor incremento se localiza en la zona centro y sur de Loreto.
	<ul style="list-style-type: none"> ● SSP370.- Para este escenario se evidencia que habrá una variación de temperatura (aumento) de 1.3 °C a 1.6 °C donde el mayor incremento se localiza en la parte centro y sur de Loreto límite con Ucayali.
	<ul style="list-style-type: none"> ● SSP585.- Para este escenario se evidencia que habrá una variación de temperatura (aumento) de 1.4 °C a 1.7 °C donde el mayor incremento se localiza en la zona centro y sur de Loreto.
Proyección de las temperaturas mínimas para el periodo 2021 - 2040 en Loreto	<ul style="list-style-type: none"> ● SSP126.- Para este escenario se evidencia que habrá una variación de temperatura (aumento de las mínimas) de 1.1 °C a 1.3 °C donde el mayor incremento se localiza en la parte sur de Loreto.
	<ul style="list-style-type: none"> ● SSP245.- Para este escenario se evidencia que habrá una variación de temperatura (aumento de las mínimas) de 1.2 °C a 1.4 °C donde el mayor incremento se localiza en la zona este y sur de Loreto limítrofe con la región de Amazonas
	<ul style="list-style-type: none"> ● SSP370.- Para este escenario se evidencia que habrá una variación de temperatura (aumento) de 1.3 °C donde el mayor incremento se localiza en la parte centro, este y sur de Loreto límite con Ucayali.
Proyección de las precipitaciones para el periodo 2021 -2040 en Loreto	<ul style="list-style-type: none"> ● SSP126.- Para este escenario se evidencia que habrá una variación de 5.59 mm y en algunas zonas desciende 2 mm en promedio.
	<ul style="list-style-type: none"> ● SSP245.- Para este escenario se evidencia que habrá una variación de 1.25 mm y en algunas zonas desciende 7.8 mm en promedio.
	<ul style="list-style-type: none"> ● SSP370.- Para este escenario se evidencia que habrá una variación de 0.02 mm y en algunas zonas desciende 9.8 mm en promedio.
	<ul style="list-style-type: none"> ● SSP585.- Para este escenario se evidencia que habrá una variación de 0.06 mm y en algunas zonas desciende 9.92 mm en promedio.

La distribución espacial de estos cambios en las temperaturas y precipitación, se pueden observar en las siguientes figuras. Esta distribución corresponde a los modelos de 5 km como unidad mínima.

FIGURA 27. ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO REFERENTE A LA TEMPERATURA MÁXIMA, MÍNIMA Y PRECIPITACIÓN.





Proyecciones climáticas 2021-2040 para la región de Ucayali

Al igual que en la región de Loreto, se usaron los nueve modelos climáticos globales para cada escenario de cambio climático (SSP1 SSP2, SSP 4 y SSP5) periodo 2021 - 2040. La resolución utilizada para este análisis también fue de 2.5 minutos (5*5km). Cada modelo posee un compilado de 12 archivos (bandas) que representan a los promedios mensuales, los cuales posteriormente se utilizaron para determinar el promedio anual futuro.

TABLA 3: PROYECCIONES CLIMÁTICAS 2021 -2040 PARA UCAYALI.

VARIABLE	DESCRIPTION
Proyección de las temperaturas máximas para el periodo 2021 - 2040 en Ucayali	<ul style="list-style-type: none"> SSP126.- Para este escenario se evidencia que habrá una variación de temperatura (aumento) de 1.3 °C a 1.5 °C donde el mayor incremento se localiza al este límite con Brasil.
	<ul style="list-style-type: none"> SSP245.- Para este escenario se evidencia que habrá una variación de temperatura (aumento) de 1.4 °C a 1.5 °C donde el mayor incremento se localiza en la zona centro y este de Ucayali.

VARIABLE	DESCRIPTION
Proyección de las temperaturas máximas para el periodo 2021 - 2040 en Ucayali	<ul style="list-style-type: none"> • SSP370.- Para este escenario se evidencia que habrá una variación de temperatura (aumento) de 1.5 °C a 1.6 °C donde el mayor incremento se localiza en la parte centro, este y oeste de Ucayali.
	<ul style="list-style-type: none"> • SSP585.- Para este escenario se evidencia que habrá una variación de temperatura (aumento) de 1.5 °C a 1.8 °C donde el mayor incremento se localiza en la zona este.
Proyección de las temperaturas mínimas para el periodo 2021 - 2040 en Ucayali	<ul style="list-style-type: none"> • SSP126.- Para este escenario se evidencia que habrá una variación de temperatura (aumento de las mínimas) de 1.23 °C a 1.34 °C donde el mayor incremento se localiza en la parte este límite con Brasil y Madre de Dios.
	<ul style="list-style-type: none"> • SSP245.- Para este escenario se evidencia que habrá una variación de temperatura (aumento de las mínimas) de 1.27 °C a 1.39 °C donde el menor incremento en el centro y límite con la Pasco, mientras que el mayor incremento en la zona de Pucallpa.
	<ul style="list-style-type: none"> • SSP370.- Para este escenario se evidencia que habrá una variación de temperatura (aumento) de 1.34 °C a 1.44 °C donde el mayor incremento se localiza en la parte sur de Ucayali y el menor incremento en el límite con Pasco.
	<ul style="list-style-type: none"> • SSP585.- Para este escenario se evidencia que habrá una variación de temperatura (aumento) de 1.35 °C a 1.53 °C donde el mayor incremento se localiza en la zona centro de Pucallpa.
Proyección de las precipitaciones para el periodo 2021 - 2040 en Ucayali	<ul style="list-style-type: none"> • SSP126.- Para este escenario se evidencia que habrá una variación de 5.05 mm y en algunas zonas desciende 5.12 mm en promedio.
	<ul style="list-style-type: none"> • SSP245.- Para este escenario se evidencia que habrá una variación de 0.7 mm y en algunas zonas desciende 4.96 mm en promedio.
	<ul style="list-style-type: none"> • SSP370.- Para este escenario se evidencia que habrá una variación de -1.8 mm y en algunas zonas desciende 11 mm en promedio.
	<ul style="list-style-type: none"> • SSP585.- Para este escenario se evidencia que habrá una variación de 0.06 mm y en algunas zonas desciende 10.12 mm en promedio.

La distribución espacial de estos cambios en las temperaturas y precipitación, se pueden observar en la siguiente figura. Esta distribución corresponde a los modelos de 5 km como unidad mínima.

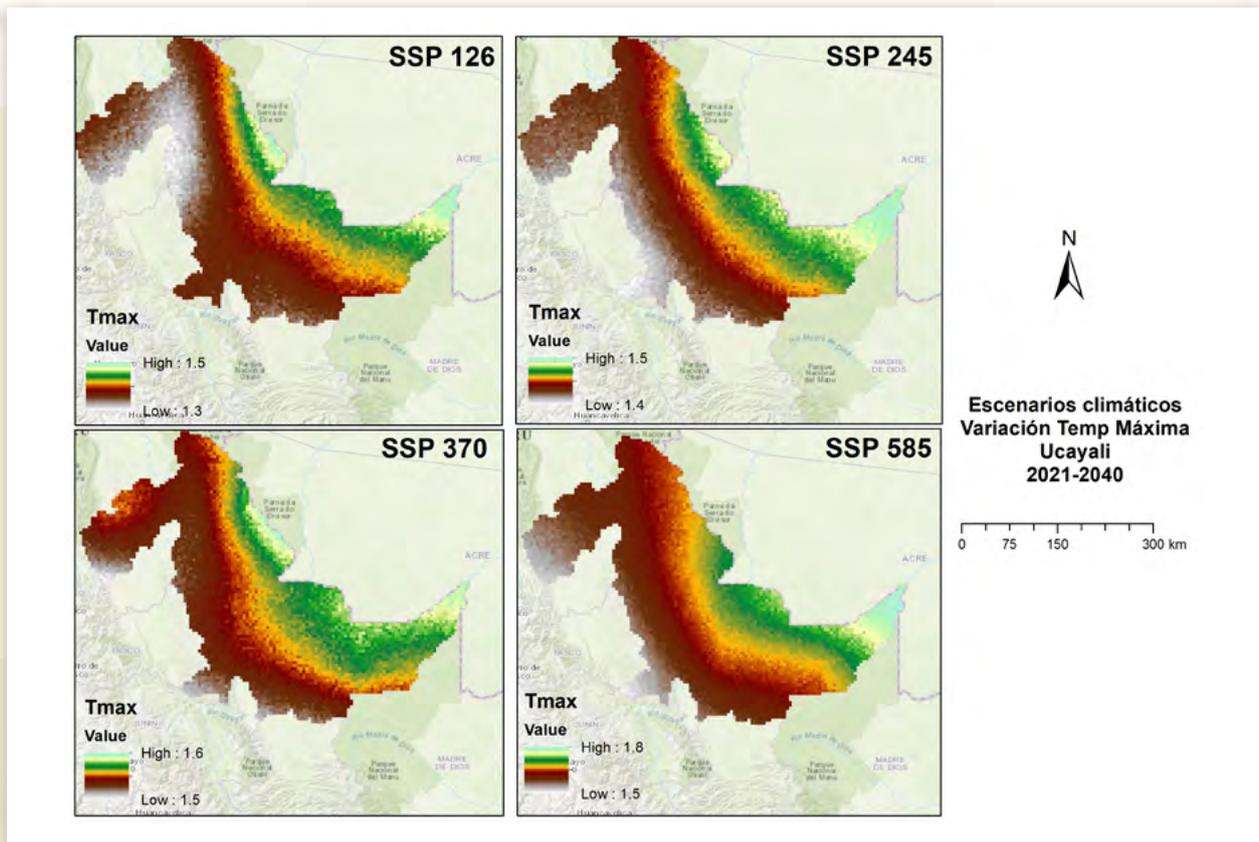
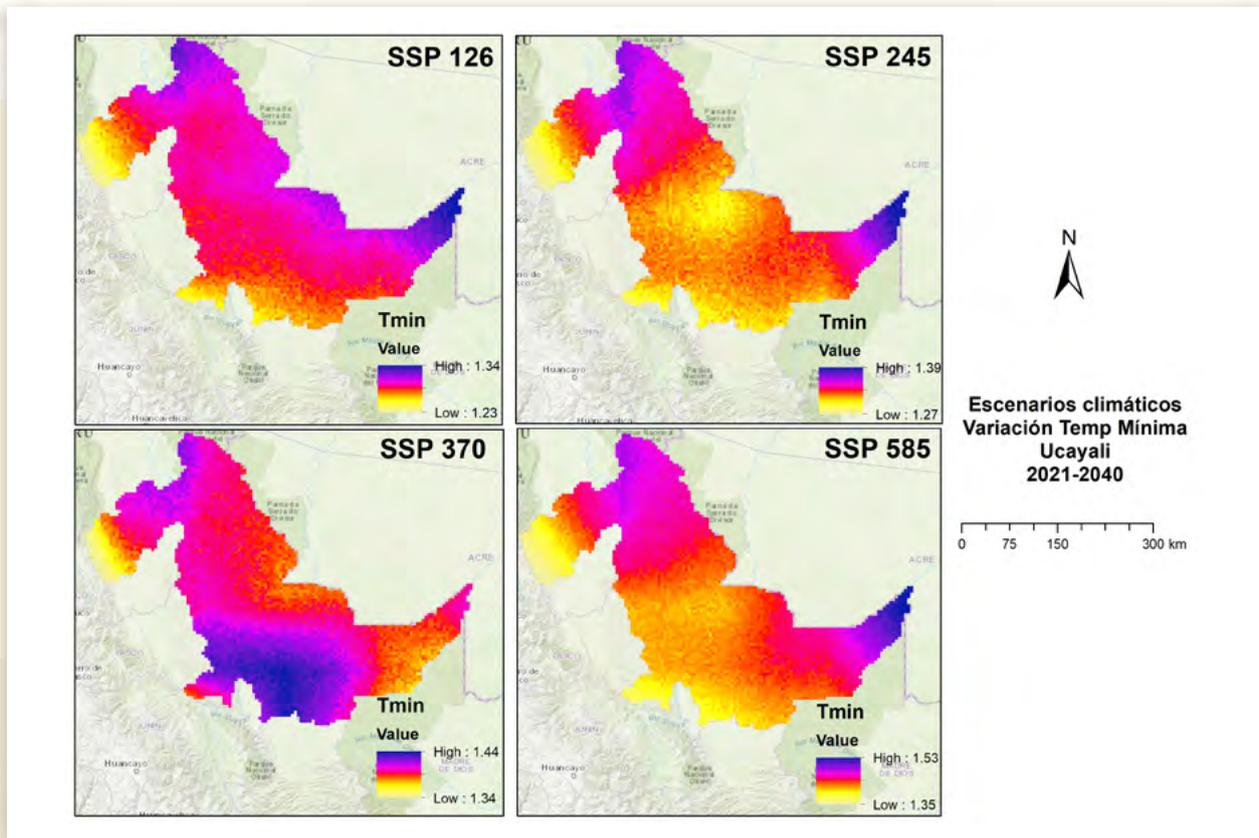
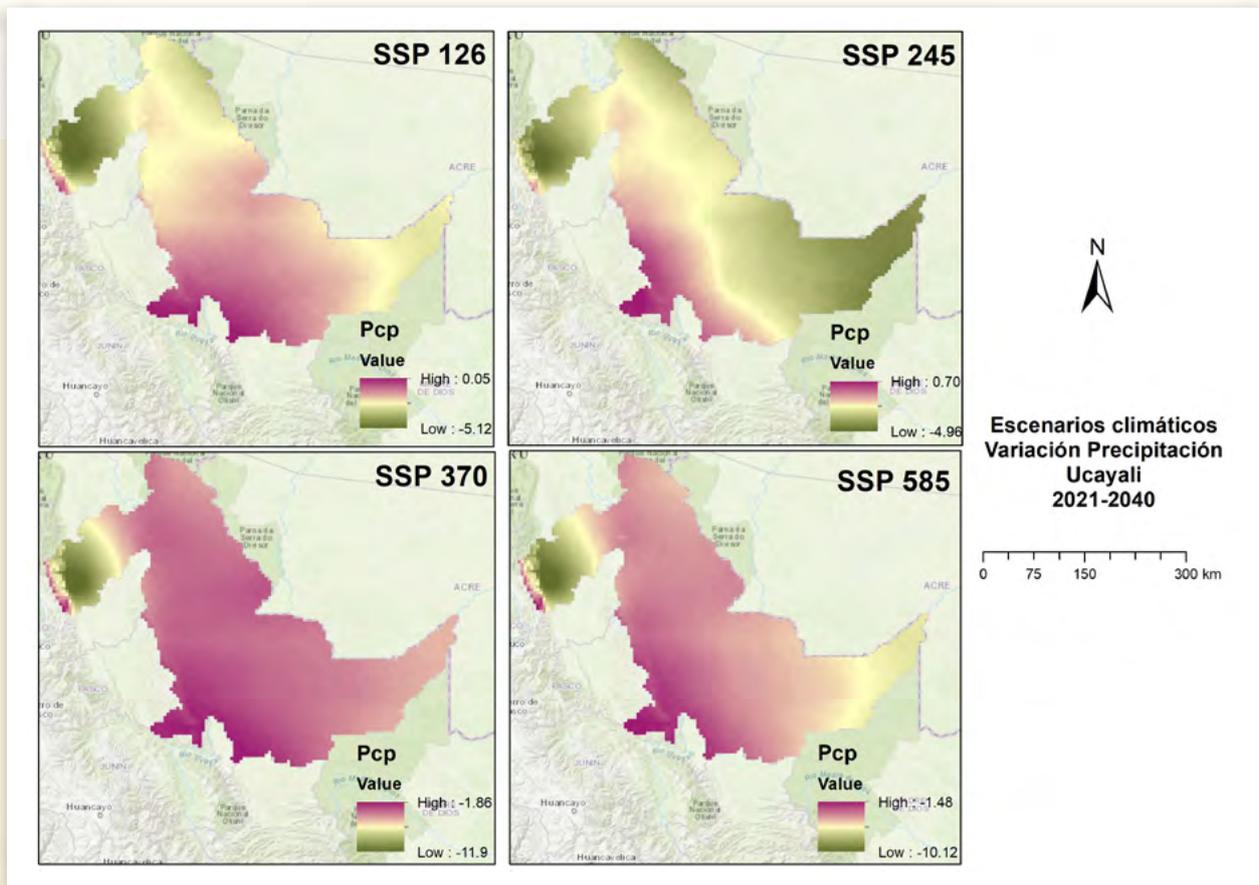


FIGURA 28. ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO REFERENTE A LA TEMPERATURA MÁXIMA.





Proyecciones climáticas 2021-2040 para la región de San Martín

Para las proyecciones climáticas futuras de la región San Martín, se replicó lo propuesto en Loreto y Ucayali.

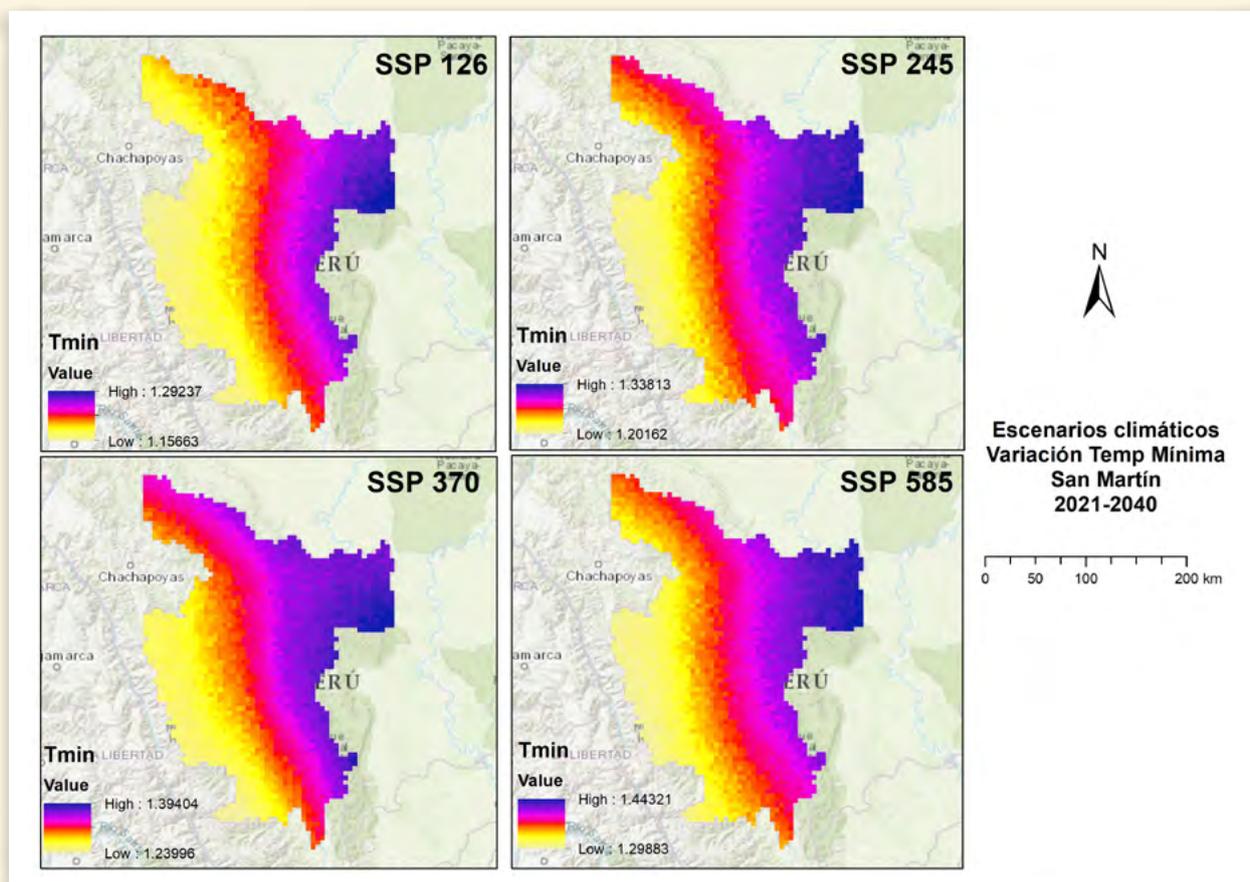
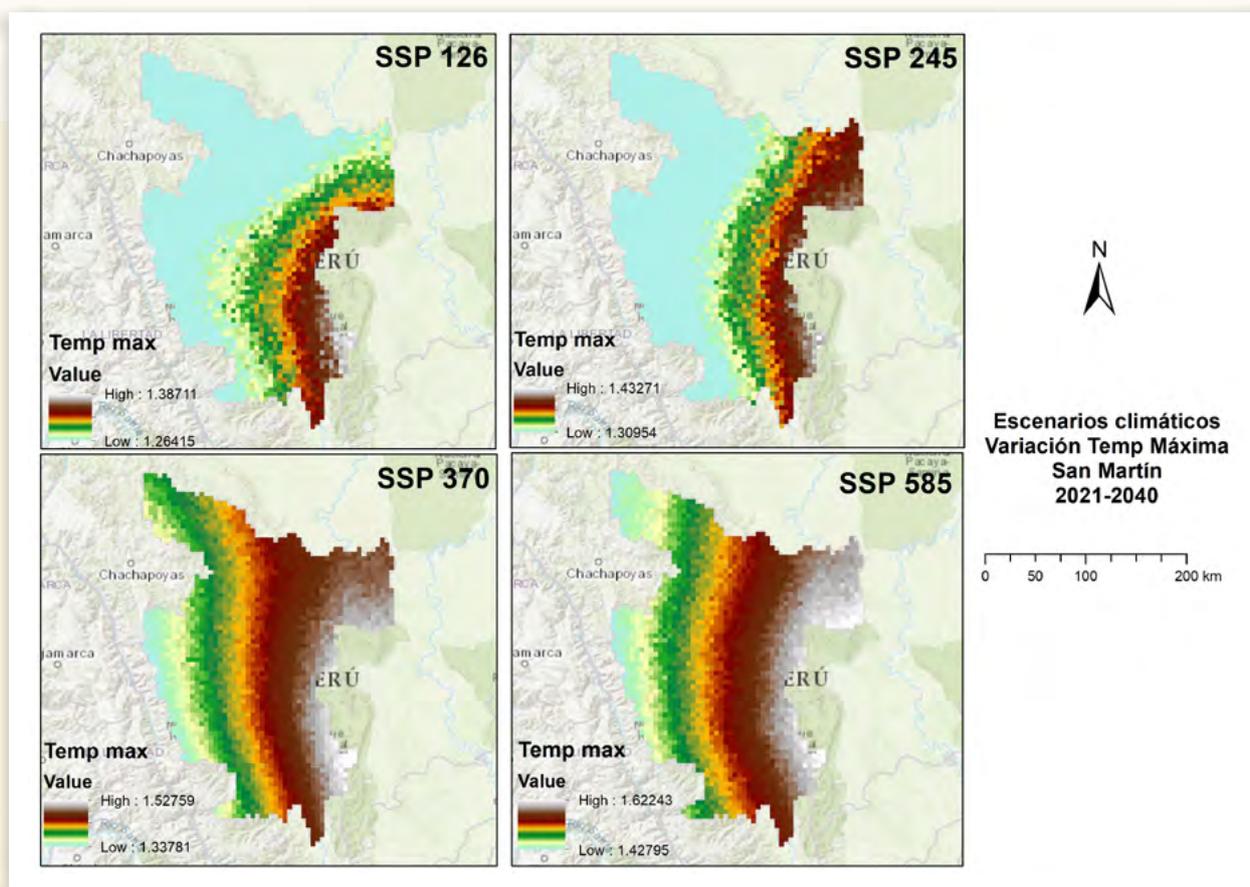
TABLA 4: PROYECCIONES CLIMÁTICAS 2021-2040 PARA SAN MARTÍN.

VARIABLE	DESCRIPCIÓN
Proyección de las temperaturas máximas para el periodo 2021 - 2040 en San Martín	<ul style="list-style-type: none"> SSP126.- Para este escenario se evidencia que habrá una variación de temperatura (aumento) de 1.26 °C a 1.38 ° C donde el mayor incremento se localiza en la parte sur este del San Martín.
	<ul style="list-style-type: none"> SSP245.- Para este escenario se evidencia que habrá una variación de temperatura (aumento) de 1.3 °C a 1.43 ° C donde el mayor incremento se localiza en la zona este de San Martín.
	<ul style="list-style-type: none"> SSP370.- Para este escenario se evidencia que habrá una variación de temperatura (aumento) de 1.3 °C a 1.52 ° C donde el mayor incremento se localiza en la parte centro y este.
	<ul style="list-style-type: none"> SSP585.- Para este escenario se evidencia que habrá una variación de temperatura (aumento) de 1.4 °C a 1.62 ° C y se concentra en toda la región.

VARIABLE	DESCRIPCIÓN
Proyección de las temperaturas mínimas para el periodo 2021 - 2040 en San Martín	<ul style="list-style-type: none"> • SSP126.- Para este escenario se evidencia que habrá una variación de temperatura (aumento de las mínimas) de 1.15 °C a 1.29 ° C donde el mayor incremento se localiza en la zona este.
	<ul style="list-style-type: none"> • SSP245.- Para este escenario se evidencia que habrá una variación de temperatura (aumento de las mínimas) de 1.20 °C a 1.33 ° C donde el mayor incremento se localiza en la zona este y centro de San Martín
	<ul style="list-style-type: none"> • SSP370.- Para este escenario se evidencia que habrá una variación de temperatura (aumento) de 1.39 °C a 1.23 ° C donde el mayor incremento se localiza en la parte centro, este.
	<ul style="list-style-type: none"> • SSP585.- Para este escenario se evidencia que habrá una variación de temperatura (aumento) de 1.29 °C a 1.44 ° C donde el mayor incremento se localiza en la zona este y centro.
Proyección de las precipitaciones para el periodo 2021 - 2040 en San Martín	<ul style="list-style-type: none"> • SSP126.- Para este escenario se evidencia que habrá una variación de 2.25 mm y en algunas zonas desciende en 3 mm en promedio.
	<ul style="list-style-type: none"> • SSP245.- Para este escenario se evidencia que habrá una variación de 2.08 mm y en algunas zonas desciende en 3.15 mm en promedio.
	<ul style="list-style-type: none"> • SSP370.- Para este escenario se evidencia que habrá una variación de 1.9 mm y en algunas zonas desciende en 6.34 mm en promedio.
	<ul style="list-style-type: none"> • SSP585.- Para este escenario se evidencia que habrá una variación de 1mm y en algunas zonas desciende 6.16 mm en promedio.

Para mayor detalle de la distribución espacial de las variables climáticas. Ver la siguiente figura.

FIGURA 29. ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO REFERENTE A LA TEMPERATURA MÁXIMA, MÍNIMA Y PRECIPITACIÓN EN SAN MARTÍN



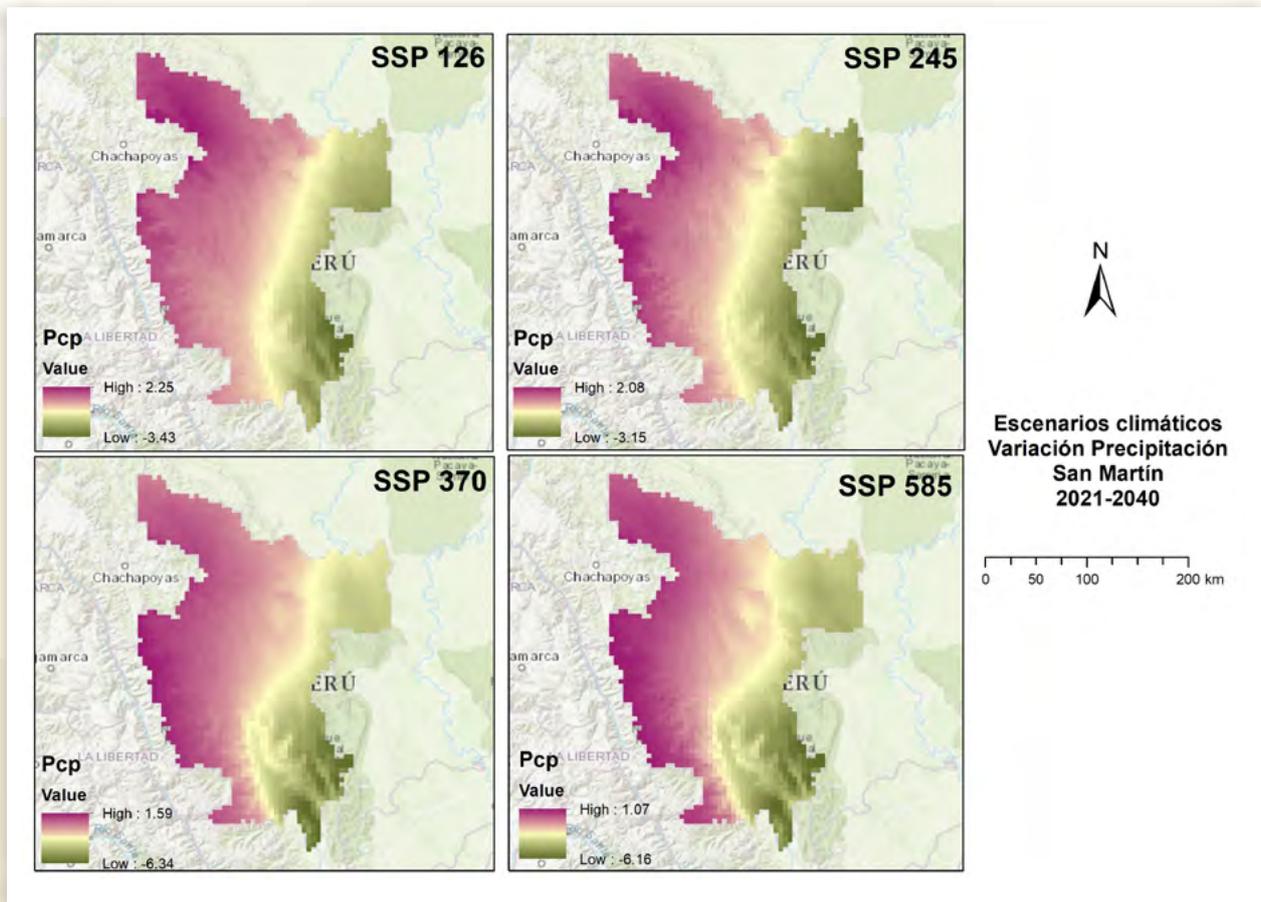




Foto: Rolando Mondragón (DAR)

8. Conclusiones y recomendaciones

Se recomienda replicar el análisis a múltiples escalas y con una mejor resolución espacial, considerando que la variabilidad climática es diferente en cada departamento, esto puede ser ocasionado por las diferentes zonas climáticas, cuencas hidrográficas y coberturas vegetales que se encuentran en cada departamento.

Evaluar el riesgo climático bajo una amplia gama de escenarios futuros permite desarrollar estimaciones realistas y que estén a la vanguardia de una correcta planificación territorial departamental. En cuanto a la variación y afectación por el clima se ha podido demostrar espacialmente una posible variación en las temperaturas máximas, mínimas y precipitación para el periodo 2021 -2040 las cuales pueden afectar directamente a los sectores que no consideren este cambio en el desarrollo de las mismas.

Se recomienda hacer el análisis de cambio climático para los siguientes tres periodos 2041- 2060, 2061 – 2080 y 2081 - 2100, considerando estos supuestos como parte de una estrategia de gestión a largo plazo. Por otro lado, se debe considerar estudios más específicos con modelos puntuales que se ajusten a la realidad de la amazonia peruana.

9. Referencias bibliográficas

Aybar, C., Lavado-Casimiro, W., Huerta, A., Fernández, C., Vega, F., Sabino, E., & Felipe-Obando, O. (2017). Uso del Producto Grillado "PISCO" de precipitación en Estudios, Investigaciones y Sistemas Operacionales de Monitoreo y Pronóstico Hidrometeorológico. Lima - Perú.

Aybar, Cesar, Fernández, C., Huerta, A., Lavado, W., Vega, F., & Felipe-Obando, O. (2020). Construction of a high-resolution gridded rainfall dataset for Peru from 1981 to the present day. *Hydrological Sciences Journal*, 65(5), 770–785. <https://doi.org/10.1080/02626667.2019.1649411>

Ebert, E. E., Janowiak, J. E., & Kidd, C. (2007). Comparison of near-real-time precipitation estimates from satellite observations and numerical models. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 88(1), 47–64.

Fick, S. E., & Hijmans, R. J. (2017). WorldClim 2: new 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, 37(12), 4302–4315. <https://doi.org/10.1002/joc.5086>

Hijmans, R. J., Cameron, S. E., Parra, J. L., Jones, P. G., & Jarvis, A. (2005). Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, 1978, 1965–1978. <https://doi.org/10.1002/joc.1276>

Huerta, A., Aybar, C., & Lavado-Casimiro, W. (2018). SENAMHI - PISCO temperatura v. 1.1. SENAMHI. *Senamhi - Dhi-2018*, 1.1, 1–15.

Jones, R., Noguer, M., Hassell, D., Hudson, D., Wilson, S., Jenkins, G., & Mitchell, J. (2004). Generating high resolution climate change scenarios using PRECIS. Exeter, UK: Met Office Hadley Centre.

Lobell, D., & Burke, M. (2010). *Climate change and food security: adapting agriculture to a warmer world*. Advances in global change research. Dordrecht, New York: Springer.

MINAM. (2012). Memoria descriptiva - Mapa de Cobertura Vegetal. *Journal of Chemical Information and Modeling*. Lima - Perú. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

MINAM. (2015a). Mapa Nacional de Cobertura Vegetal. Lima - Perú.

MINAM. (2015b). Memoria Descriptiva del Mapa de Bosque/No Bosque año 2000 y Mapa de pérdida de los Bosques Húmedos Amazonicos del Perú 2000 - 2011. Lima - Perú.

Rojas, E. (2017). ANÁLISIS Y SIMULACIÓN PARA EL AÑO 2030 DE LOS BOSQUES HÚMEDOS AMAZÓNICOS DE PERÚ ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO. Universidad de Barcelona.

Schlenker, W., & Lobell, D. B. (2010). Robust negative impacts of climate change on African agriculture. *Environmental Research Letters*, 5(1), 14010.

SENAMHI - Loreto. (2018). Retrieved September 21, 2020, from <https://www.senamhi.gob.pe/main.php?dp=loreto&p=heladas-y-frijajes-preguntas>

Turnock, S. T., Allen, R. J., Andrews, M., Bauer, S. E., Emmons, L., Good, P., ... Turnock, S. (2020). Historical and future changes in air pollutants from CMIP6 models. <https://doi.org/10.5194/acp-2019-1211>

Aybar, C., Lavado-Casimiro, W., Huerta, A., Fernández, C., Vega, F., Sabino, E., & Felipe-Obando, O. (2017). Uso del Producto Grillado "PISCO" de precipitación en Estudios, Investigaciones y Sistemas Operacionales de Monitoreo y Pronóstico Hidrometeorológico. Lima - Perú.

Aybar, Cesar, Fernández, C., Huerta, A., Lavado, W., Vega, F., & Felipe-Obando, O. (2020). Construction of a high-resolution gridded rainfall dataset for Peru from 1981 to the present day. *Hydrological Sciences Journal*, 65(5), 770–785. <https://doi.org/10.1080/02626667.2019.1649411>

Ebert, E. E., Janowiak, J. E., & Kidd, C. (2007). Comparison of near-real-time precipitation estimates from satellite observations and numerical models. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 88(1), 47–64.

Fick, S. E., & Hijmans, R. J. (2017). WorldClim 2: new 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, 37(12), 4302–4315. <https://doi.org/10.1002/joc.5086>

Hijmans, R. J., Cameron, S. E., Parra, J. L., Jones, P. G., & Jarvis, A. (2005). Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, 1978, 1965–1978. <https://doi.org/10.1002/joc.1276>

Huerta, A., Aybar, C., & Lavado-Casimiro, W. (2018). SENAMHI - PISCO temperatura v. 1.1. SENAMHI. Senamhi - Dhi-2018, 1.1, 1–15.

Jones, R., Noguer, M., Hassell, D., Hudson, D., Wilson, S., Jenkins, G., & Mitchell, J. (2004). Generating high resolution climate change scenarios using PRECIS. Exeter, UK: Met Office Hadley Centre.

Lobell, D., & Burke, M. (2010). Climate change and food security: adapting agriculture to a warmer world. *Advances in global change research*. Dordrecht, New York: Springer.

MINAM. (2012). Memoria descriptiva - Mapa de Cobertura Vegetal. *Journal of Chemical Information and Modeling*. Lima - Perú. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

MINAM. (2015a). Mapa Nacional de Cobertura Vegetal. Lima - Perú.

MINAM. (2015b). Memoria Descriptiva del Mapa de Bosque/No Bosque año 2000 y Mapa de pérdida de los Bosques Húmedos Amazonicos del Perú 2000 - 2011. Lima - Perú.

Rojas, E. (2017). ANÁLISIS Y SIMULACIÓN PARA EL AÑO 2030 DE LOS BOSQUES HÚMEDOS AMAZÓNICOS DE PERÚ ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO. Universidad de Barcelona.

Schlenker, W., & Lobell, D. B. (2010). Robust negative impacts of climate change on African agriculture. *Environmental Research Letters*, 5(1), 14010.

SENAMHI - Loreto. (2018). Retrieved September 21, 2020, from <https://www.senamhi.gob.pe/main.php?dp=loreto&p=heladas-y-frijas-preguntas>

Turnock, S. T., Allen, R. J., Andrews, M., Bauer, S. E., Emmons, L., Good, P., ... Turnock, S. (2020). Historical and future changes in air pollutants from CMIP6 models. <https://doi.org/10.5194/acp-2019-1211>

Con el apoyo de:

